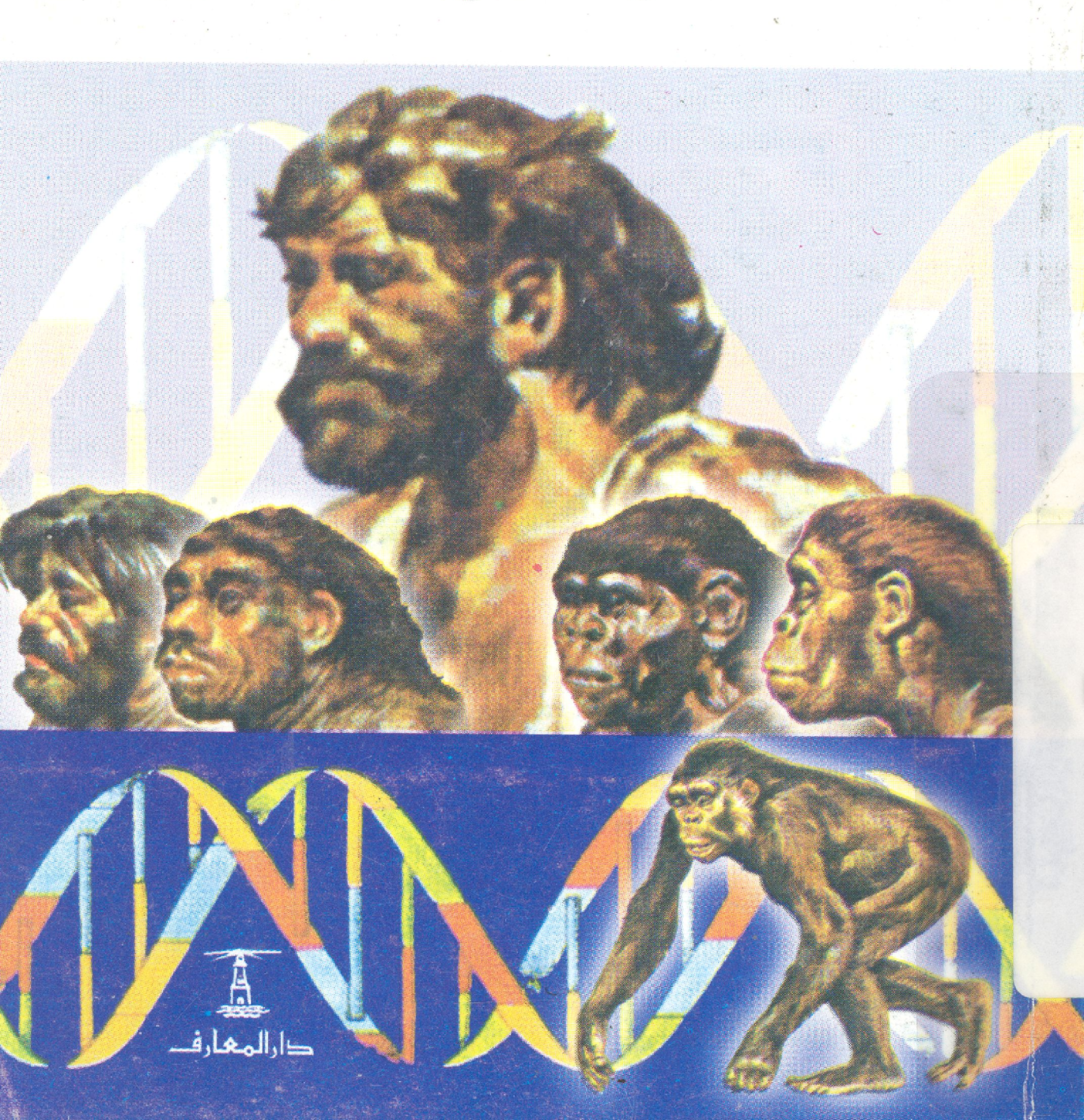
اقرأ

سلسلة ثقافية شهرية
تصدر عن دار المعارف

دكتور أحمد مستجير

في بحور العلم
الجزء الرابع

قراءة فى كتابنا الوراثى



اقرأ

سلسلة ثقافية شهرية
تصدر عن دار المعارف

[٦٤٤]

تصميم الغلاف : محمد أبو طالب

دكتور أحمد مستجير

في بحور العلم «الجزء الرابع»

قراءة في كتابنا الوراثي



دار المعارف

إن الذيـن عنـوا بإنشـاء هـذه السلسـلة ونشرها، لم يفكروا إلا فى شىء واحد ، هو نشر الثقـافة مـن حيـث هـى ثقافـة ، لا يريـدون إلا أن يقـرأ أبنـاء الشـعوب العربيـة . وأن ينتفعـوا ، وأن تدعوهـم هـذه القراءة إلى الاستزادة من الثقافة ، والطمـوح إلى حياة عقلية أرقى وأخصـب مـن الحيـاة العقلية التى نحياها .

طه حسين

الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة ج . م . ع .

(١)
فى العلم والشعر

كان وداعًا قصيرًا. قبّلنى والـدى واحتضنتنـى والدتـى تبكـى. حملـت حقيبتى الصغيرة وخرجت. لم يكـن قـد مضـى علـى تخرجـى مـن كليـة الزراعة سوى بضعة أشهر. لم أكـن قـد بلغـت العشـرين. كنـا فـى أوائـل أكتوبر ١٩٥٤. كنت قد عينت بالإصلاح الزراعى فى عزبة الفؤادية، قرب قريتنا الصلاحات، دكرنس. وصلت بالأوتوبيس إلى ميت فارس عند بعض أقاربى. أبلغت التفتيش تليفونيًا بمكانى. أرسـلوا عربـة دوكـار تقلنـى إلى الفؤادية. وصلت العربة والشمس توشك على المغيـب. ركبـت. كـان الجـو يميل إلى البرودة. ترك الدوكار القرية ومضى يجرى بـين الحقـول. أحـب الحقول. أحـب الحقـول. فجـأة شـعرت أنـى وحيـد. أواجـه العـالم الآن وحدى. تركت ورائى الأهـل والأحبـاب وأصدقـاء عمـرى. خـوف غريـب تملكنـى. خـوف لم أعرفـه قبـلاً. أى بشـر فـى انتظــارى. أى مسـتقبل ينتظرنى. ها أودع الآن عالمًا كـان جميـلاً شـغلته فـى الصبـا. هـا أقـترب حثيثًا من عالم آخر جديد. طافت بعينى دمعة حبستها. أخذت أنظـر إلى السماء والظلام يخفيها رويدًا رويدًا. سألت نفسى، لمـاذا أحبـس الدمعـة. سـالت، وتركتُـها تسيل. صامتًـا كنـت والسـائق صــامت. تعـود تعـود الذكريات. الحزينة منها تعود مع الليـل والوحـدة. هـا أصبحـتْ حيـاتى الماضية ذكرى. يا خسارة. وتذكرت.

طفلاً كنت فى العاشرة. كنت فى السنة الرابعة الابتدائية بمدرسة المطرية دقهلية.كان مدرس اللغة الإنجليزية هو «شفيق أفندى». سأل المدرس صديقى يوسف شطا سؤالاً. لم يستطع الإجابة. زجره وقال: رُوحْ مُوتْ. مضت أيام ثلاثة ولم يظهر يوسف. فى اليوم الرابع وصلنا خبر موته. بكيت وبكيت. هذا ظلم. هذا ظلم. شفيق أفندى قتله. فى «الفسحة» كتبت خطابًا إلى رئيس الوزراء. كان أحمد ماهر باشا. لا أعرف ماذا كتبت! آه لو أعرف. مضيت خارج المدرسة مع زميل. كان اسمه ضرغام، وكان سمينًا. اشترينا مظروفًا وطابع بريد. عندما هممت بإلقاء الخطاب فى الصندوق، إذا بيد تمسك ذراعى. كان سعد أفندى عبد الملك، مدرس الحساب. ما هذا؟ سألنى. بكيت. أخذ الخطاب منى. اصطحبنى عائدًا إلى المدرسة. حاول فى الطريق أن يخفف حزنى. مضى بى إلى مكتب الناظر: توفيق أفندى عفيفى. كنت على رأس طابور يضم كل تلاميذ الفصل. عددنا كان ثمانية عشر. بكيت أمامه. لم أستطع أن أعتذر عما فعلت. ما الخطأ فيما فعلت؟ فى اليوم التالى كنت ثانية على رأس الطابور خلف الجنازة حتى المقابر. كانت فى الطرف البعيد من البلدة. السماء تمطر بغزارة. أبعدنا سعد أفندى عن المقبرة. سمعته من بعيد يلقى خطابًا فوق القبر، بصوت متهدج باك: «ولدى يوسف، هل تبكى السماء حزنا عليك يا يوسف؟». عدنا إلى الفصل. كانت الحصة الأخيرة حصة الخط. كتب المدرس على السبورة:

الخط يبقى زمانًا بعد صاحبه   وصاحب الخط تحت الأرض مدفون

أذكر هذا البيت. لا أنساه. عاد كل هذا حيًا، وأنا أجلس فى الدوكار صامتًا.

وصلت العِزْبة.مجرد شارع واحد على جانبيه اصطفت أكواخ. ثمة كوخ إلى اليمين تضيؤه «لمبة سَهّارى»، تطلق فوقها خيطًا طويلاً من دخان أسود. كان دكان العزبة الوحيد. وكان به للعجب راديو. سمعت وأنا أمر أمامه عبد الوهاب يغنى. كانت أغنية «أحبك وأنت فاكرنى – وأحبك وأنت ناسينى». كم أحب عبد الوهاب، وكم أحب هذه الأغنية. ثمة مبنى بعد قليل من طابق واحد على الجانب الأيسر. أخبرنى السائق أنه «الإدارة». أمام مبنى الإدارة باب واسع لدوّار. فى نهاية الشارع إلى اليمين كانت الفيلا التى سأسكن بها. فيلا ضخمة هائلة كانت يومًا لأميرة، حولها حديقة واسعة واسعة. حملت حقيبتى ونزلت. استقبلنى خادم أسمر نحيل صارم الوجه. «حمدًا لله على السلامة». قالها فى صوت خفيض وهو ينظر إلى الأرض. دخلت الفيلا. قاعة واسعة بها منضدة كبيرة عليها «لمبة جاز» وعشاء. لم أكن جائعًا. طاف بى الخادم فى حجرات الفيلا جميعًا. الأثاث فاخر. أرشدنى إلى حجرة نومى، فى الركن الأيمن. لها نافذة وحيدة تطل على الحديقة. بها سرير ودولاب كبير وكرسى وكوميدينو عليه لمبة جاز نمرة ١٠. شكرت الخادم وتركنى ليمضى إلى منزله. وحيدًا جلست على السرير. قمت وفتحت النافذة. أشباح أشجار السرو تبدو حزينة. أصوات الضفادع والجنادب تملأ الحديقة المظلمة. لسعة من هواء بارد تصافح وجهى. أحب هذا البرد الصغير. أخذت أحدق فى الظلام ودمعى يجرى بلا سبب. عاد لى الإحساس الخائف بأننى أواجه الكون وحدى. وداعًا يا عالمى القديم الحبيب. كيف سأقضى أيامى هنا. معى كنت أصطحب بضعة كتب. ملاذى الوحيد.

فى الصباح تعرفت على من سأعمل معهم. أحمد عبد الباقى الرئيس، والمهندس الدياسطى الشربينى زميل. أنجب الدياسطى بعد أسابيع من وصولى طفلاً أسماه الشربينى. خُصصت لى فرس بيضاء جميلة كان اسمها «الرَّهَوَانَة». قالوا إنها كانت تخص إبراهيم عبد الهادى باشا. أوكل إلىّ الإشراف على «عزبة الرُّبْعميَّة». بعد أيام كنت هناك. كان الأطفال يجمعون القطن. أحب أطفال الريف كثيرًا. كثيرًا. كنتُ منهم. وجدت طفلاً فيه وجه مصر، حبيبتى مصر. بهجة غامرة وحزن فى العينين بعيد. خفىّ وعميق. سألته عن اسمه. أحمد. ثم؟ محمود. ثم؟ إبراهيم. أحمدَ محمود إبراهيم. اسم أعز أصدقائى. ربتّ على رأسه باسمًا. أعطيته قرشين. قطعة فضية واحدة صغيرة.

* * *

كان أحمد محمود صديقًا للشاعر الكبير صلاح عبد الصبور. تزاملا بمدرسة الزقازيق الثانوية. كنت قد قرأت قصيدة «الْمُلْك لك» لصلاح. كانت أول قصيدة أقرؤها من الشعر الحر. أحببته على الفور. الشعر الحر، وصلاح. كنت أحفظ كثيرًا من الشعر. لا أعرف سببًا لذلك. كانت مجلة آخر ساعة تنشر فى كل أربعاء قصيدة جميلة يرسمها بيكار. كنت أحفظها أولاً فأولاً. مرة حاولت أن أحفظ مسرحية «مصرع كليوباتره» لشوقى! لكن قصيدة «الملك لك» هذه أثَّرت فىّ كثيرًا. كتبت بعدها لأول مرة فى حياتى قصيدة. كانت من الشعر الحر. كان عنوانها «غدًا نلتقى». كتبتها تحت شجرة الجميز الضخمة عند قمة جزيرة الروضة. طلبت من أحمد أن يرافقنى لأقرأها أمام صلاح. كان صلاح أيامها مدرسًا.

مضينا إلى نادى المدرسين. كان يقع فى الطابق الأخير من مبنى مرتفع فى أحد شوارع وسط القاهرة ، قرب ميدان الأوبرا. وجدنا صلاح. جلست أمامه فى خجل أقرأ القصيدة. أرجو ألا تكون قد أصابته بالضجر. ظل ساكتًا، حتى وصلت إلى قولى: «وهذى المياه.. فأصل المياه بكاء المحبين منذ القدم». نظر إلىّ وسأل: ما عملك؟. قلت: مهندس زراعى. كان قد مضى على تخرجى شهران. نظر إلى أحمد وقال: كاتب هذه القصيدة شاعر. كدت أطير. يا رباه أية سعادة ليلتئذ غمرتنى!

❁ ❁ ❁

تمضى الأيام فى العزبة بطيئة. انهمكت أقرأ. استولى علىّ تمامًا كتاب عنوانه «حدود العلم». كتاب فى العلم والفلسفة. ترجمته بعد سنين أربعة ولم أنشره حتى الآن. سحرنى العلم. سحرتنى الفلسفة. وكان الشعر أيضًا يسحرنى. كثيرًا كثيرًا. كنت أخرج بعد الغذاء وأمضى وحدى بعيدًا. أجلس على الأرض فى ظل شجرة عند ترعة قريبة. وأكتب الشعر. كنت أصف ما حولى، وما يجول بداخلى. «عند أعواد الذرة. قرب عيدان الحطب. تحت ظل يحتوينى. بين همس الكَزْوَرينا.. وضجيج الذكريات». بدأت أفكر. ترى ماذا أريد؟ انتهت مرحلة من حياتى. حلوة كانت رغم كل شىء. علىّ أن أرسم لنفسى خطًا. شىء واحد كنت متأكدًا منه. لن أعمل إلاّ فيما أحب. لا ولن أصلح في عمل لا أحبه. قُدرت علينا هذه الحياة. فلنحياها نعمل ما نحب. أحببت العلم والشعر حبًا حقيقيًا. لا، بل عشقتهما عشقًا. ولا أزال. كلاهما يخاطب أعماق الإنسان الذى كنته. وأكونه. أى السبيلين طريقى. كلاهما عزيز وقريب. سبيلان؟ لقد

توحدا بداخلى. للقلب عالم وللعقل آخر. كـذا يقولـون. لكـن جوتـه كـان شاعرًا كبيرًا. وكان أيضًا عالمًا كبيرًا. تتصارع الأفكار فى عقلى وأنا أجلس صامتا أمام المياه. أمام الحياة!.

أعود إلى «حدود العلم». يذهلنى الكتاب أكثر وأكثر. أنغمس فيه أقرأ. بوانكاريه يقول إن الحل العلمي للمشكلة ليـس لـه مـن الأهميـة مثـل مـا لجمال الطرق التى أدت إليه. للعلم جمال نصبو إليه. العاطفة التى توجـه العالم تشبه عاطفة الناسك أو العاشق. تقرأ قصيدة لشاعر فتتمنى لو كنـت كاتبها. لو لم يكتبها هو لما كتبها أحد. هى الأصالة فى الفـن. كـذا الأمـر بالنسبة للنظريات العلمية. العامل الشخصى فيـها أساسـى. لـو لم يوجـد آينشـتين لمـا ظـهرت النسـبية. لم تكـن النسـبية ذروة طبيعيـة للأفكـار التىسبقتها. كانت أصيلـة. لم تكـن مفاهيم نيوتـن هـى الأخـرى ضـرورة نظرية. كانت أصيلة. العامل الشخصى الذى نلحظه فى الفـن نجـده فـى العلم. إنما بدرجة أقل. إنـا جميعًـا نسـتطيع أن نمـيز الجمـال والصـدق. والفن موجَّه بشكل أكثر قصدًا إلى الجمال. لكن، ليس مـن نظريـة علميـة نشـأت بعيـدًا عـن اعتبـارات الجمـال. سـوى أن العلـم بعكــس الفــن – يا للعجب – يتذوقه الجميع. العلم مفتوح لكل من يود. يسـتطيع الأعمـى أن يُلم بكل نظريات الضوء. لكن العمل الفنى لا يتذوقه إلا الخاصة. الشعر لا يتذوقه إلا من له الأذن الموسيقية والقلب الحساس. التبرير الأخير لكـل نشاط ذهنى هو أثره على زيادة إدراكنا ومعلوماتنا. الفنـان الكبـير يُعَرِّفنـا بعالم لم نكن ندركه، يزيد معرفتنا بالحياة. والعلم يقدم لنا طرقًـا جديـدة فى التفكير ويجعلنا أكثر دراية بالعالم الـذى نحيـا بـه، يرفـع مـن آمـاد خيالاتنا. لنحلّق أبعد وأبعد. يفتح آفاقا جديدة للفن. للروح والعقل.

أترك الكتاب وأعود إلى واقعى. حائرًا لا أزال. سافرت فى إجازة إلى القاهرة فى أوائل نوفمبر ١٩٥٤. فى محطة الأوتوبيس بالمنصورة اشتريت مجلة «الرسالة الجديدة». بها كانت قصيدة للشاعر كامل أمين أيوب. عنوانها: قيود لا تُرى. «يا أخى هذى يدى لا قيد فيها. وحديد الغل لا يربط ساقى. أفأبدو لك حرًا؟ عجبًا، لكننى أحمل نفسى. وأجر الخطو فى غير انطلاق. وأجر الساق جرا. وكأنى لست حرا. وكأنى مستنيم لوثاق». حفظت القصيدة قبل أن أصل إلى القاهرة. وددت لو كنت كاتبها. فيها الكثير مما كان يعتمل فى نفسى آنئذ.

❁ ❁ ❁

فى الصباح، بعد عودتى بأيام، وصل مفتش من القاهرة. قصير سمين. صارم الوجه. جلس للإفطار معى. المائدة كانت ساعتها عامرة، أرسلها أحمد عبد الباقى. كان أمامى - لازلت أذكر - طبق قشدة «فلاحى». أعشقها دائمًا. ولا أزال. سألنى المفتش: سمعت أنك منحت طفلاً قرشين، هل هذا صحيح؟ نعم. كيف؟ كان له اسم أعز أصدقائى، وكان وجهه بريئًا وجميلاً. انتبه إلىّ وقال: هذا لا يصح. لا يجوز أن تعامل الفلاحين هكذا. لابد أن يخشاك الناس هنا حتى تحفظ هيبتك. لا يجوز أن يحسُّوا أن لك قلبًا رحيمًا.. حتى لو كان كذلك! كيف يا سيدى؟ كذا، ولا أحب أن أسمع أنك كررتها ثانية. صعقت. قرب الغروب ركبت الرهوانة. انطلقت لأجلس أمام الترعة وحدى. لا أذكر ما دار بذهنى يومئذ. ضجيج ضجيج. صراعات. يا أيتها الشمس الغاربة. لماذا تكون الحياة هكذا! يستكثرون أن يحظى منا فلاح ببسمة. أو بكلمة حلوة. يكرهون أن يربت

إنسان على كتف إنسان. يستعبدون الناس وقد ولدتهم أمهاتهم أحرارًا. يريدون أن يقتلوا فينا الطيبة وحب الناس. من نحن سوى الآخرين. بدونهم لسنا بشرًا. لا يصح أن نكون. أمن أجل خمسة عشر جنيهًا - أحتاجها - يقتلون فىّ الإنسان؟ هذا ظلم. هذا ظلم. نسيت العلم والشعرا. وتذكرت أننى قبل كل شىء إنسان. يحب الإنسان. الإنسانية قبل العلم وقبل الشعر. لا ولم تدمع عينى.

فى نفس ذلك الوقت كانت «الإدارة» منهمكة تحصر أسماء الفلاحين لتوزيع أراضى الإقطاعيين عليهم. يا للمفارقة.

❁ ❁ ❁

استيقظت مبكرًا ذلك الصباح. فتحت نافذة الحجرة. السماء ملبدة بالغيوم. ثمة برد خفيف أحبه. خرجت إلى الحديقة قبل السابعة. الندى يبلل العشب والنباتات. رائحة الياسمين تملأ الجو وتسحرنى. أحبها كثيرًا. جدًا. بجوار السور النباتى لاحظت زهرة فوق شجيرة «الفل المِجْوز». نادرة فى مثل هذا الوقت من السنة. توجهت إليها ومددت يدى كى أقطفها. سمعت صوت رجلين خلف السور الكثيف يتجادلان. لم يسمعانى اقترب. فلاح كان يهدد أحد موظفى الإدارة بالويل والثبور. لقد دفع له ولم يُدرج اسمه فى قائمة من ستُوزع عليهم الأرض. دفع له الرشوة أفيونًا كما قال. انسحبت فى هدوء إلى الفيلا. رباه ما هذا العذاب. أنا لا أصلح للعمل هنا. العمل هنا لا يصلح لى.

بعد أيام حل عيد ميلادى العشرون. فى المساء كانت السماء تمطر بغزارة غريبة. وقفت أمام النافذة أنظر فى الفراغ المعتم الكبير. خلفى مصباح الجاز. شعلته ترتجف. كتبت قصيدة حزينة. «أعشرون عامًا مضت يا أخي؟. مضت، كيف ولّت وكيف انتهت؟. أنا من بعيد أنادى السنين. أناجي السنين وأرثي لها. لقد غمرتنى وعذبتُها». فى الصباح كنت قد حزمت أمرى. حملتُ حقيبتى الصغيرة وخرجت. كنت قد عشت في هذه العزبة خمسة وخمسين يومًا. ودعت من عرفتهم. ركبت الدوكار. ومضى بي بطيئًا بطيئًا.

❋ ❋ ❋

كان وداعًا قصيرًا. قبلنى والدى واحتضننى ووالدتى تبكى. أحبهما كثيرًا. كثيرًا. تجمع إخوتى حولى يودعوننى. حملت حقيبتى الكبيرة وخرجت. كنا في أواخر سبتمبر ١٩٦٠. مسافرًا كنت هذه المرة بعيدًا، إلى إدنبره، اسكتلنده. كنت قد حصلت على درجة الماجستير بمنحة دراسية من المركز القومى للبحوث. عُينتُ بعد ذلك معيدًا. تعلمت من دراستى فى الماجستير أن الطريق لا يزال أمامى طويلاً. أن العلم صعب وطويل سلمه. ثم عرفت من قراءاتى رجلاً عظيمًا اسمه ألان روبرتسون. تراسلت معه. وافق على أن ألتحق بمعهد وراثة الحيوان جامعة إدنبره، حيث يعمل. أدرس أولاً دبلومة الوراثة ثم أسَجّل معه لدرجة الدكتوراه. حصلت من جامعة القاهرة على إجازة دراسية بمرتب. اصطحبنى فى رحلتى زميلى حامد نافع لنتَّجه سويًا إلى نفس المعهد. أبحرنا من الإسكندرية على ظهر الباخرة إسبيريا. إلى جنوه، ثم بالقطار عبر باريس إلى كاليه. ومنها

بالبحر إلى دوفر. ثم بالقطار إلى لندن. كان ثمن التذكرة من الإسكندرية حتى لندن ٥٣ جنيهًا وثلاثة وعشرين قرشا. اشتريتها من شركة «فاروس» بشارع سليمان. وعلى الباخرة تذكرت تلك الرحلة المبكرة على الدوكار إلى عزبة الفؤادية. من سنين ست. كانت هي الأخرى إلى المجهول، لكنى كنت قد تغيرت. علمتنى الحياة كثيرًا. أصبح لى الآن هدف واضح. حلم أسعى كى أحققه. فى الباخرة، وأنا أرقب مياه المتوسط الزرقاء العميقة، لم يكن ثمة حزن. حتى عندما أمطرت ذات ليلة ونحن فى البحر – وهذا وقت لاشك للتأملات الحزينة – خرجت إلى سطح السفينة سعيدًا. أرشف القطر وأحيا. وأغنى. أنا الآن فى طريقى لأسبح فى بحور العلم. الزرقاء العميقة. الحنون. هناك فى إدنبره يُصنع العلم. سألتقى بصنّاع العلم. سيحبوننى لاشك. لأنى أحبهم. فى القطار، ونحن نعبر الأراضى الفرنسية عاملنا الفرنسيون معاملة فظة قاسية. كانت معركة تحرير الجزائر على أشدها. يرحمك الله يا عبد الناصر. كم كنت أحبك. لكن الريف الفرنسى كما شاهدته من نافذة القطار كان رائعًا. مذهلاً. أخذ بلُبى. سحرنى حقًا. وعندما وطئت قدماى الشاطئ الإنجليزى فى دوفر أحببت الإنجليز. فارق واسع بين سلوك حمال الأمتعة بمحطة دوفر وبين السلوك الهمجى لكمسارى القطار معنا فى فرنسا. تشعر مع الإنجليز بأنك إنسان. وبأنهم بشر.

وصلت إدنبره مع حامد صبيحة يوم أحد. تركنا الحقائب فى الأمانات وخرجنا من محطة ويفرلى إلى برنس ستريت. كل المتاجر مغلقة. لا أحد فى الطريق. لا أحد. أريد أن أرى المعهد. الآن. أزعجنا كثيرًا سير العربات إلى اليسار. أخيرًا وجدنا رجل بوليس. سألته عن الطريق إلى

كينجز بلدنجز. أرشدنا فى أدب جم. وصف لنا بالضبط كيف الوصول. بعد نصف ساعة كنت أطوف حول المعهد، ومعى حامد. تذكرت مطلع قصيدة للدكتور إبراهيم ناجى عندما عاد مرة بعد طول غياب إلى دار أحبابه:

هذه الكعبة كنّا طائفيها   والمُصلِّين صباحًا ومساءً.

هأنذا أطوف. وغدا سأتعبد فى هذا المحراب. محراب العلم.

قضينا الليلة في فندق صغير. فى الصباح توجهنا إلى المعهد وقابلنا مدير الدراسات. تمكنّا فى المساء من العثور على حجرتين فى شقة يستأجرها طالب نيجيرى إسمه ريتشارد أوغينى. فى اليوم التالى، الثلاثاء، بدأت دراسة الدبلومة. كنا أحد عشر طالبًا من جنسيات مختلفة. لائحة الجامعة تنص على أن العام الدراسى يبدأ يوم الثلاثاء الثانى من أكتوبر. كانت الدراسة صعبة حقًا. حتى طريقة التدريس كانت مختلفة. تستغرق المحاضرة خمسين دقيقة. نعود بعدها إلى المكتبة لنقرأها فى بضعة مراجع – لا أقل من سبعين صفحة. ذهبت إلى رئيس المعهد يومًا – برفسور كونراد هيل وادنجتون – أشتكى. أنا لا أستطيع أن أفهم إنجليزية الدكتور سيلمان، مدرس السيتولوجيا. استدعاه وأنا موجود. نصحنى بأن أكتفى بكتاب عينّه. يقع الكتاب فى أكثر من ٤٠٠ صفحة! الامتحان النهائى يحمل سؤالاً واحدًا من كل مادة. انتهينا من الامتحانات التحريرية. أربعة امتحانات فى يومين متتاليين. فى اليوم الواحد ورقتان. وكان هناك امتحان شفوى أمام أستاذنا ومعه أستاذ الوراثة من جامعة أخرى. دخلت فوجدت أوراق أجاباتى التحريرية الأربعة

أمامهما. قال وادنجتون إنه لأول مرة يجد طالبًا لم يخطئ خطأ واحدًا في أوراقه جميعًا. لم يكن ثمة أسئلة. إنما كان يريد أن يعرف رأيي فيما يُدْرَس، وفيما أرى أنه ينبغي أن يُدَرَّس. خرجت منتشيا، ومضيت على الفور إلى المنزل. في الثانية جاءني زميل ليخبرني أن البروفسور يبحث عني ويريد مقابلتي. كنت في المعهد في لا زمن. وجدت الرجل مشغولاً في مقابلة. وقفت أمام لوحة الإعلانات قرب مكتبه أقرأ ما بها. ثمة يد بعد قليل تربت على كتفي. التفتّ لأجد البروفسور. صافحني. قال إنه قرر لأول مرة في تاريخ المعهد أن يمنحني شهادة الامتياز. يا رباه. أسعد أيام حياتي.

***

ثم بدأت العمل للدكتوراه مع ألان روبرتسون، في أكتوبر ١٩٦١. كنت أعمل على صفة عدد الشَّعْر على جانبي صدر حشرة ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا). كنت أحاول أن أعرف الجينات ذات الأثر الكبير على هذه الصفة، ومواقعها على الكروموزومات. هي صفة كَمِّية، مثل إنتاج اللبن في الماشية أو عدد البيض في الدجاج. كنا نذهب كل صباح في العاشرة إلى مكتب ألان، لنجلس جميعًا في فسحة القهوة نسمعه ونسمع الآخرين في مناقشات حول كل شيء. علم وأدب وسياسة. نصف ساعة. استفدت كثيرًا كثيرًا من هذه الجلسات اليومية. تعلمت كيف المناقشة العلمية. كيف احترام الغير والرأى الآخر. أذكر مرة أن عضوًا بالمعهد عرض في جلسة ذات صباح نظرية له جديدة. وجدتها أنا معقولة جدًا. كذا وجدها كل الحاضرين. إلاّ ألان! وقف على السبورة وأثبت أنها

خاطئة تمامًا. وكانت للعجب بالفعل خاطئة. ناقش الموضـوع بذكـاء وفـى هدوء. وأقنعنا جميعًا. وأقنع صاحبها، الذى ابتسـم وخـرج شـاكرًا. كـان ألان فى الحق هو الأذكى. كان أذكى من قابلت فى حياتى. وكان خجولاً جدًا. خجل حتى أن يقف معنا نحن طلبته لنأخذ صورة نذكره بها. وكان متواضعًا للغاية. إنســانًا. ثمـة معادلـة لم أستطع حلـها. طلبـت إليـه أن يساعدنى. بعد يومين تمكنت أنا من حلها. وجـاء هـو إلىّ بحـل. جـاءنى فى معملى يقول إنه قد تمكن من الحل، فقلـت إننـى قـد تمكنـت أيضًـا. قفز وجلس على البنش. شرح طريقته فـى الحـل. وشـرحت لـه طريقتـى. قـال إنـه لم يفـهم حلـى! قالهـا هكـذا ببسـاطة بالغـــة. ألان روبرتســون بجلال قدره لم يفهم حلـى! ويقولهـا بـهذه البساطة! يـا سـلام! لكـن، طالما أننا قد توصلنا إلى نفس النتيجـة، فلأكتبـها فـى رسـالتى بطريقتـى. هى رسالتك أنت، كما قال.

عندما انتهيت من كتابة رسالة الدكتوراه، مضيـت بـها إليـه صباحًـا. عندما عدت إلى معملى فى الثالثة وجدتها على مكتبى! فتحتها. لم أجده قد صَوَّب إلا كلمات ثمانية. ثمان كلمات فقط. مازلت احتفظ بالمخطوطـة. توجهت إليه على الفور. هل قـرأت الرسـالة؟ نعـم. لكنـك لم تغـير فيـها شيئًا. نعم. لا أطلب منك أن تكتب أدبًا إنجليزيًا. ما كتبته مفهوم وليـس به أخطاء. هل توافق على آرائى بـها؟ نعـم، إلا ثلاثـة آراء لم تعجبنـى، لكنها ليست خاطئة : إذا سألك فيها الممتحن فلتدافع عنها. ما هى ؟ لن أقولها لك، وأعـد بـألا أسـألك عنـها فـى المناقشـة. حتـى هـذه اللحظـة لا أعرف ما لم يعجبه فى الرسالة. أخذت المخطوطة إلى سكرتيرة المعهد،

الآنسة مانينج. تفحصتُها. رأت بها جـزءًا كبـيرًا كلـه معـادلات جبريـة. قالت إنها لا تستطيع كتابة هذه المعادلات. عليَّ أن أبحــث عـن شـخص آخر. خرجتُ من مكتبها مكتئبًا. على باب المكتب وقبل أن أقفـل البـاب خلفي وجدت ألان. مالك؟ حكيت له ما كان. قال زوجتــي تكتبـها على الآلة. كانت يومًا سكرتيرة هذا المعهد. سمعتْ مانينج ما قاله ألان. قفزت من كرسيها وأخذت منى المخطوطة. كتبتْها فى خمسة أيام. أخذتُ نسـخ الرسالة بعد تجليدها ومضيت إلى ألان فى مكتبه. سـألنى: مـن تحـب أن يمتحنك؟ قلت بروفسور ثوداى، أستاذ الوراثة بجامعة كمبريدج. هو يعمل بالضبط فى نفس المجال. قال: وهو كذلك. فى نفس اليوم أرسلت الرسالة إلى ثوداى. جلست إلى الزملاء. حكيت لهم. وإذا بواحد يقـول: ألم تجـد فى إنجلترا كلها إلا هذا الرجل ليمتحنك؟ وماذا فى ذلك؟ إنه ألـد أعـداء ألان روبرتسون. تقدما سويا لشغل كرسى الأستاذية بكمـبريدج، الكرسـى الذى كان يشغله يومًا السير رونالد فيشر، وحصل عليه بـالطبع ثـوداى، ابن مدرسة كمبريدج. وكان بينهما ما كان! أصبت بذعر. بعـد أيـام كـان ثمة حفلة فى المعهد لاستقبال طلبة الدبلومة الجدد. توجهت إلى بروفسور وادنجتون. حكيت له مـا حـدث، ومـا سمعتـه. أصغـى فـى هـدوء بـالغ بوجهه الصارم. سألنى سؤالاً واحـدًا: هـل قـرأ ألان رسـالتك؟ نعـم. قـال «ولا يهمك». معنى هذا أننى كنـت أستطيع أن أتقـدم بالرسـالة دون أن يقرأها المشرف؟ أليست رسالتك وأنت المسئول عنها؟ يا رباه!.

ناقشت الرسالة صبيحــة يـوم ١٤ نوفمـبر ١٩٦٣، كـان ثـوداى رجـلاً لطيفًا مرحًا. استمرت المناقشة أربعين دقيقة. عرضتُ فـى المناقشـة رأيًـا،

انفجر ثوداى عند سماعه يضحك ويضحك. خطأ؟ كلا، إنه لا يستطيع أن يقول إنه خطأ، لكنه لا يوافق عليه. هذا شأنك، قلت. قام الممتحنان ليصافحاني ويهنئاني. فى الثالثة كنت بمكتبة المعهد. دخل علىّ ألان بعد أن ودّع ثوداى على محطة القطار. صافحنى وقال: أشكرك على أدائك الرائع فى المناقشة. يشكرنى؟! كدت أطير فرحًا. لا. طرت فرحًا.

❁❁❁

كتبت في إدنبره شعرًا كثيرًا. ضاع معظمه وا أسفاه! ليس لأهمية فنية فيه. لا سمح الله. إلا أن الشعر يعيد لكاتبه الماضى مجسدًا. عندما أقرأ قصيدة لى قديمة – وكل قصائدى بالطبع قديمة – يعود إلى ذاكرتى كل شيء عنها بأدق تفاصيله. كل الأحاسيس والانفعالات التى دفعتنى إلى كتابتها، حتى المكان الذى كتبتها فيه. أعيش تلك الحياة القديمة مرة أخرى. كان بعض شعرى هناك حزينًا. لكن الكثير منه لم يكن كذلك. كنت أخرج كثيرًا فى جوف الليل بعد المذاكرة مرتديًا معطفى الثقيل. اشتراه من غزة صديق وأهدانيه. لا يهم إن كانت تمطر. هى دائمًا تمطر. رذاذًا على الأقل. أمشى طويلاً طويلاً. و«أغنى تحت المطر» – إذا لم يكن هناك من يسمعنى. أذكر كثيرًا عبد الوهاب وشوقى وأغنية «فى الليل لما خلى». عرفنى عسكر الليل. يبتسمون لى ويقرءوننى التحية. ثم أعود لأكتب شعرًا إن كان لدى ما أقوله. كل ما كتبت كان رومانسيًا. الشعر عندى يعنى الرومانسية. لا غير. الرومانسية، بكل ما قد يكون فيها من حزن ويأس، تخاطب روح الإنسان. أثمن ما فى الحياة.

❁❁❁

بعد عودتي من إدنبره، كنت أتلقى من ألان في كل كريسماس بطاقة تهنئة بخطه الجميل. وفجأة انقطع عن ارسال البطاقات. علمت أنه توفي. في أغسطس ١٩٩٠، وكنت عميدًا لكلية الزراعة بالجيزة، قمت مع زوجتي بزيارة سريعة إلى إدنبره. كانت هي الأخرى تحب إدنبره. تقابلنا هناك وكانت لنا قصة جميلة في ربوعها. ياما تجولنا في شوارعها. زرنا الأماكن التي عرفتْنا. تغيرتْ كثيرًا. ياه! المتحف الذى أمامه تقابلنا لأول مرة. القلعة. نصب السير والترسكوت التذكاري. هوليرود. كينج آرثر سيت. ثم وقفتُ أمام المنزل: ٣٨ شارع مونتبيليار بارك. هناك كنت أسكن مع حامد نافع وجلال النجدى. ثم توجهنا إلى بريد ستريت، إلى منزل ألان. وجدنا زوجته تودع شخصًا على باب الحديقة. وقفتُ أمامها. نظرتْ إليّ. لم تعرفني. تغيرتُ كثيرًا. تَغيَّرتْ هي الأخرى. تمامًا ككل معالم إدنبره. ألا تذكرين؟ أوه.. أوه.. وعرفتْني. دخلتُ وزوجتي المنزل. طلبتُ منها صورةً لألان.

وضعت أمامي عددًا، انتقيت واحدة. في المساء كنت في منزل الدكتور هنريك كاتشر، مدير الدراسات، على عشاء صغير. ووجدتُ هناك زوجة ألان. حكت لي كيف مات زوجها العزيز: «في مؤتمر بباريس، كانت محاضرة الافتتاح له. وقف يلقي محاضرته. وفجأة صمت. ثم سأل: ما هذا؟ من أنتم؟ أين أنا؟ أسرعت زوجته إليه واصطحبته إلى الخارج. كان الرجل مصابًا بمرض وراثي خطير، لا يظهر عادة إلا في الشيخوخة» تمضي زوجته تحكي وتبكي: «تصوَّر هذا الرجل الذكي العبقري الذى تعرفه وقد أصبح طفلاً. لم يعد يعرفني. لم يعد يعرف أبناءه. أصبح طفلاً

فجأة. شريرًا. كان قوى البنية. مكث سنينًا قبل أن يتوفى». ثم أردفت: «كان لدينا كلب عاش معنا طويلاً، ثم أصيب بالسرطان. طلبتُ جمعية الرفق بالحيوان. أعطوه حقنة مات بعدها فى هدوء». يزداد نحيبها وتستطرد: «لا أعرف.. لا أعرف، أليست هذه.. أليست هذه..». ثم غلبها البكاء وصمتت. دمعت عيني. بكت زوجتى. ولم يفتنى ما كانت تقصده: الموت الرحيم.

كم أنت قاس أيها السموت!. كم أنت قاس أيها الموت! قالها فاروق شوشة.

ومن يومها بدأ اهتمامى الجاد بالأمراض الوراثية للإنسان.

(٢)
قراءة فى كتابنا الوراثى
(مشروع الجينوم البشرى)

كل فرد منا نحن البشر عالم بأسره لو ندرى ، عـالم يمـوج بتفاعلاتـه ليس كمثله آخر . جسمه هـذا الصغير مؤلـف مـن نحـو ٦٠ ألـف بليـون خلية ، لو أنَّا اعتبرنا كلاً منها لبنة بناء لأمكن بها أن نبنى سـورًا كسـور الصين العظيم يلف الكرة الأرضية سبع عشرة مرة!

فى داخل نواة كل من هذه الخلايا كتاب كامل من مائتى ألف صفحة مطبوعة ببنط صغير ، مقسم إلى ثِلاثة وعشرين جزءًا تروى القَـدَر الوراثـى لكل منا . وكتاب كل منا نسخة متفردة تختلف فى المتوسط بثلاثة ملايين طريقة عن نسخة أى فرد آخر ، إذا استثنينا توأمـه الطبيـق ، إن وجـد . هذا السِّفر مكتوب بلغة حروفها أربعة لا أكـثر (هـى : أ، ث، ج، س) ، وقاموس معظم ما يقرأ منه مؤلف من واحد وستين كلمة ، كُـلٌ مـن ثلاثـة أحرف متتابعة . من بين هذه الكلمات مترادفات لها نفس المعنى، وهناك من معانى الكلمات عشرون. يؤلف تتابع الكلمات أو الحروف جُمَلاً . ومن الجُمل نوعان : جُمل اسمية ، نعنى أن كلماتـها الثلاثيـة الأحـرف هـى شفرات لأسماء أحماض أمينية فى تتابع بعينه ، وجُمل فعلية تأمر بتنفيذ

جمل اسمية أو التحكم فى تنفيذها . وقد لا يزيد طول الجملة الاسمية على ثمانين كلمة ثلاثية ، وقد تطول لتصل إلى مئات الآلاف . تبتدئ الجمل الاسمية جميعًا بكلمة واحدة (هى أ ث ج) قد يتم حذفها عند التفسير ، وتنتهى بعلامة توقف تقول (كفى) ، هى فى هذه اللغة كلمة أيضًا كهذه من ثلاثة أحرف متتابعة أيضًا ، ومنها فى الحقيقة ثلاث صور . فى الكتاب لغو كثير ، بل إن معظمه لغو أو ثرثرة أو سَقَطٌ لا نفهمه ، أو لم نفهمه بعد .

كل جزء من الأجزاء الثلاثة والعشرين لسِفْرنا الوراثى مكتوب على شريطين مزدوجين من الدنا DNA (مادة الوراثة) ، يبلغ طول كل منهما نحو مترين . لو أنا وصلنا شرائط الدنا الموجودة بجسم أى منا لشكلت خيطًا يمتد إلى الشمس ويعود ٣٥٠ مرة - إن يكن سمكه مجرد ٢٠ أنجستروم (٢ من بليون من المتر) .

يبدأ الفرد منا حياته بخلية واحدة تسمى الزيجوت Zygote، تنتج عن إخصاب حيوان منوى يحمل شريط دنا مزدوجًا ، لبويضة تحمل شريطًا آخر . تتضاعف هذه الخلية وتتضاعف لتغدو هذا العدد المهول من الخلايا الذى يشكل أجسادنا . لابد أن ما يجعلنا بشرًا - لا قِرَدة ولا ضفادع ولا أشجار - مُضَمَّن فى شرائط (الدنا) التى تحملها هذه (الجاميطات) Gametes (الحيوانات المنوية والبويضات) وتنقلها إلى الزيجوت ، لابد أن بها ما يُشَفِّرُ لظهور آدمى كامل ، آدمى له عقل يفكر ، عقل محب للاستطلاع والتأمل ، عقل يريد أن يعرف ، عقل يحب العلم. وسيقوده حب الاستطلاع وحب البقاء، لا محالة ، إلى

محاولة فهم العالم المادى الذى يحيا به والعالم المادى الذى يتعامل معه ، ثم إلى محاولة سبر أغوار ذاته ، أغوار مادته الوراثية ، أغوار جينومه . فالجينوم البشرى Human Genome ، جهازنا الوراثى ، هو الأهم عندنا من بين كل الأجهزة الوراثية للكائنات جميعًا . ومشروع الجينوم البشرى (HGP) إنما يمثل هذه المحاولة الهائلة لقراءة كل حرف فى سِفرنا الوراثى ، ومحاولة فهم تتابعات أحرفه وكلماته وجمله .

المِنْدِلية واليُوجِينْيَا

وقع الراهب النمساوى جريجور مندل G. Mendel على فكرة الجين Gene (وأسماه العامل) بعد تجارب طويلة قام بنشرها عام ١٨٦٦، ليطويها النسيان أربعة وثلاثين عامًا ، حتى أعيد اكتشافها عام ١٩٠٠ . عمل هذا الرجل على سبع صفات فى نبات بسلة الزهور (منها لون الحبة : أخضر أم أصفر ؛ ارتفاع النبات : طويل أم قصير) وتوصل إلى أن وراثة كل صفة فى النبات تتوقف على عاملين ، أو أليلين Alleles واحد يأتى من الأب ويأتى الآخر من الأم ، وأن عوامل الصفات المختلفة تتوزع مستقلة لا تمتزج . لاحظ أن بعض (الأليلات) سائد Dominant ، تكفى منها نسخة واحدة فى النبات - تأتى عن الأب أو عن الأم - لكى تعبر الصفة عن نفسها فى مظهر الفرد ، وأن البعض الآخر من الأليلات مُتَنَح Recessive يلزم أن يحمل النبات منها نسختين حتى تعبر الصفة عن نفسها . فالفرد إما أن يكون أصيلاً Homozygote لصفة متنحية أو لصفة سائدة (أى يحمل (أليلين) متنحيين أو (أليلين) سائدين) وإما أن يكون

خليطاً Heterozygote يحمل (أليلا) سائدًا و(أليلاً) متنحيًا ، ويكون مظهره بالطبع هو الصفة السائدة . ومثل هذا الفرد الخليط يسمى (حاملاً) Carrier للصفة المتنحية ، فهو يحمل (أليلاً) متنحيًا لم يُعبِّر عنه لكنه يستطيع أن يورثه لنصف نسله (ويرث النصف الآخر الأليل السائد) .

عندما أعيد اكتشاف المندلية اندفع العلماء فى حمية وحماس يحاولون بها تفسير السلوك الوراثى للصفات فى الكائنات المختلفة من نبات وحيوان . لكن وراثة الإنسان لم تحظ بقدر مواز من البحوث الجادة ، فالإنسان ليس بالكائن النموذجى لإجراء التجارب الوراثية . كان علم الوراثة المندلى هو علم التهجين والعَدِّ ، وليس التهجينُ الموجَّهُ بالأمر المقبول فى الإنسان . من منا سيتزوج من أجل تجربة؟ من منا سيتزوج من شخص بعينه لا لسبب إلا لأن هذا الأخير يحمل صفة ما نود دراستها فى النسل؟ ثم إن عدد النسل من كل زواج محدود ، وفترة الجيل طويلة حقًا . ففى الوقت الذى تمكن فيه العلماء ، فى فورةِ بداية الثورة الوراثية فى مطلع هذا القرن ، من دراسة المئات من الصفات الوراثية فى ذبابة الفاكهة وخنازير غينيا والفئران والأرانب والخيل وغيرها من الحيوانات وفى الكثير من النباتات ، لم يتمكن العاملون فى وراثة الإنسان – بتعقب سجلات الأنساب – إلا من القليل من الصفات الوراثية. ربما كان لنا هنا أن نذكر البعض منها : كان أول من أشار إلى السلوك المندلى للصفات فى البشر هو أرشيبولد جارود A. Garrod عندما أوضح عام ١٩٠٢ أن مرض البول الألكبتونى Alkeptonuria صفة وراثية مندلية . وفى عام ١٩٠٥ ظهر أن صفة قصر الأصابع صفة مندلية . وفى عام ١٩٠٧ بيَّن هيرست أن

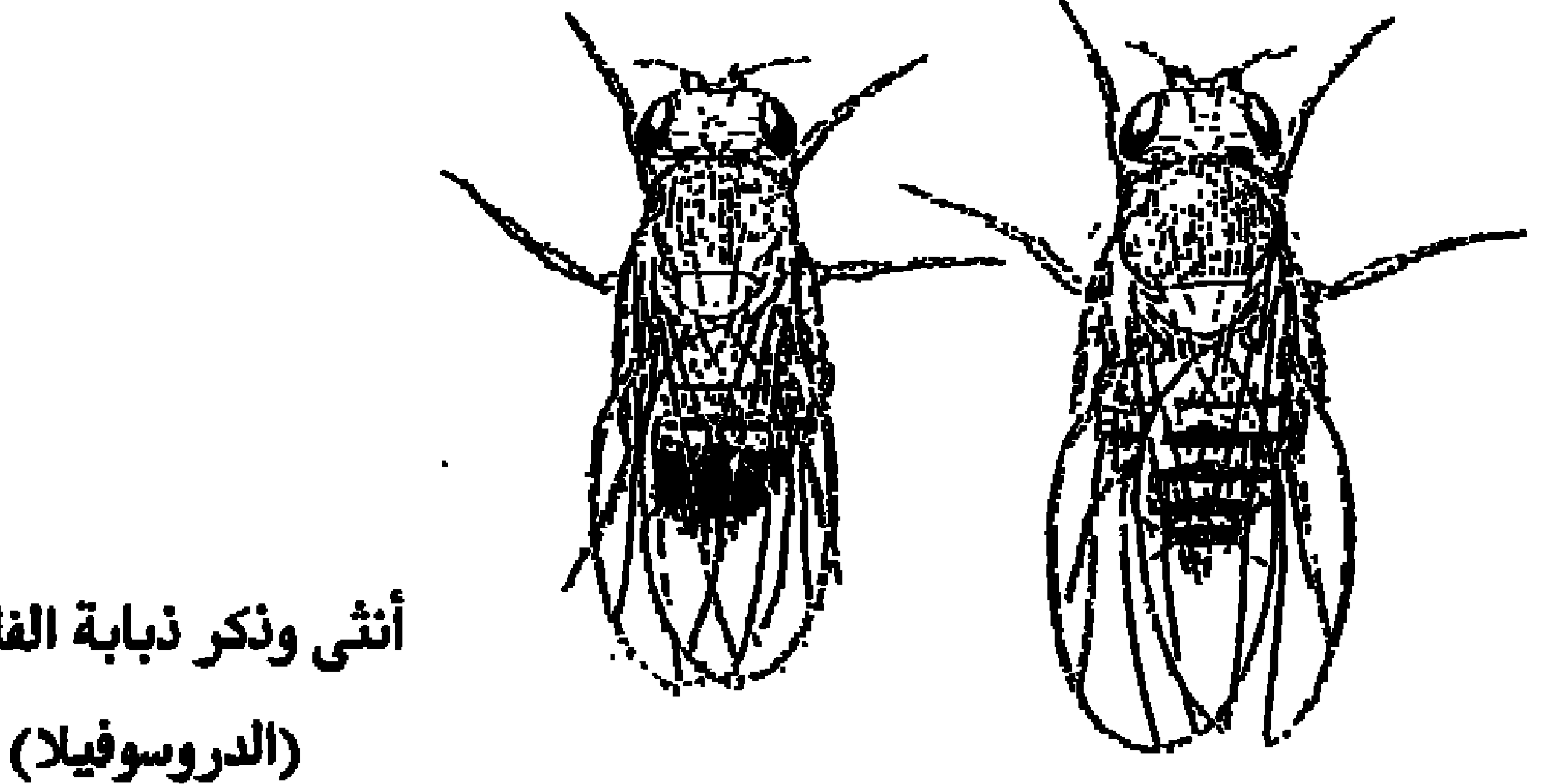
المندلية تفسر لون العين في الإنسان، وفي عام ١٩١١ أثبت لاندشتاينر Landsteiner أن مجاميع الدم A B O لها السلوك المندلي ، وفي عام ١٩٣٠ ثبت أن الإحساس بالطعم المر لمادة الفينايل ثيوكاربامايد PTC صفة مندلية . قوانين مندل إذن تنطبق على الإنسان ، مثلما تنطبق على بقية الكائنات الحية التي درست . من الممكن إذن أن نحسّن الإنسان وراثيًا ، كما حسَّنا الأبقار والخنازير والنباتات .

ذاعت إذن وانتشرت بشكل مذهل فكرة فرانسيس جالتون F. Galton عن (اليوجينيا Eugenics) لإنتاج الإنسان المتفوق السوبرمان ، الذى يخلو من الصفات (غير المرغوبة) ، ومضى اليوجينيون يتمسحون بالمندلية ويُخضعون لها قسرًا صفات كالإصابة بالسل والصرع والسكر ، وكالإجرام والفقر والتخلف العقلي . وُجِّه علم وراثة الإنسان بذلك هذا التوجيه المنحرف ليخدم اليوجينيا ، وانتهت الحركة اليوجينية بانتهاء الحرب العالمية الثانية وسقوط النازى سنة ١٩٤٥ ، بعد أن تسببت في قتل وتعقيم عشرات الآلاف من البشر في ألمانيا والولايات المتحدة ، لتصبح اليوجينيا بعد الحرب كلمة كريهة قذرة .

عاشقة العسل

في عام ١٩٠٩ وقع توماس هَنْط مورجان T.H. Morgan على ذبابة الفاكهة (دروسوفيلا ميلانوجَسْتر Drosophila melanogaster (والاسم العلمي هذا يعني : عاشقة العسل ذات البطن السوداء) لتكون كائنه النموذجي في دراساته الوراثية. تحمل نواة الخلية الجسدية لهذه الحشرة

المـادة الوراثيـة مقسـمة إلى أربعـة أزواج لا أكـثر مـن الكروموزمـات Chromosomes (واحد من كل زوج يأتي من الأب في الحيوان المنـوى، والآخر من الأم فى البويضة) . من بين هذه الأزواج الأربعة هناك زوج مـن كروموزومات الجنس (XX فى الأنثى ، XY فى الذكر) وثلاثة أزواج من الأوتوزومات Autosomes (هكذا تسمى الكروموزومـات غـير كروموزومـيْ الجنس).



أنثى وذكر ذبابة الفاكهة

(الدروسوفيلا)

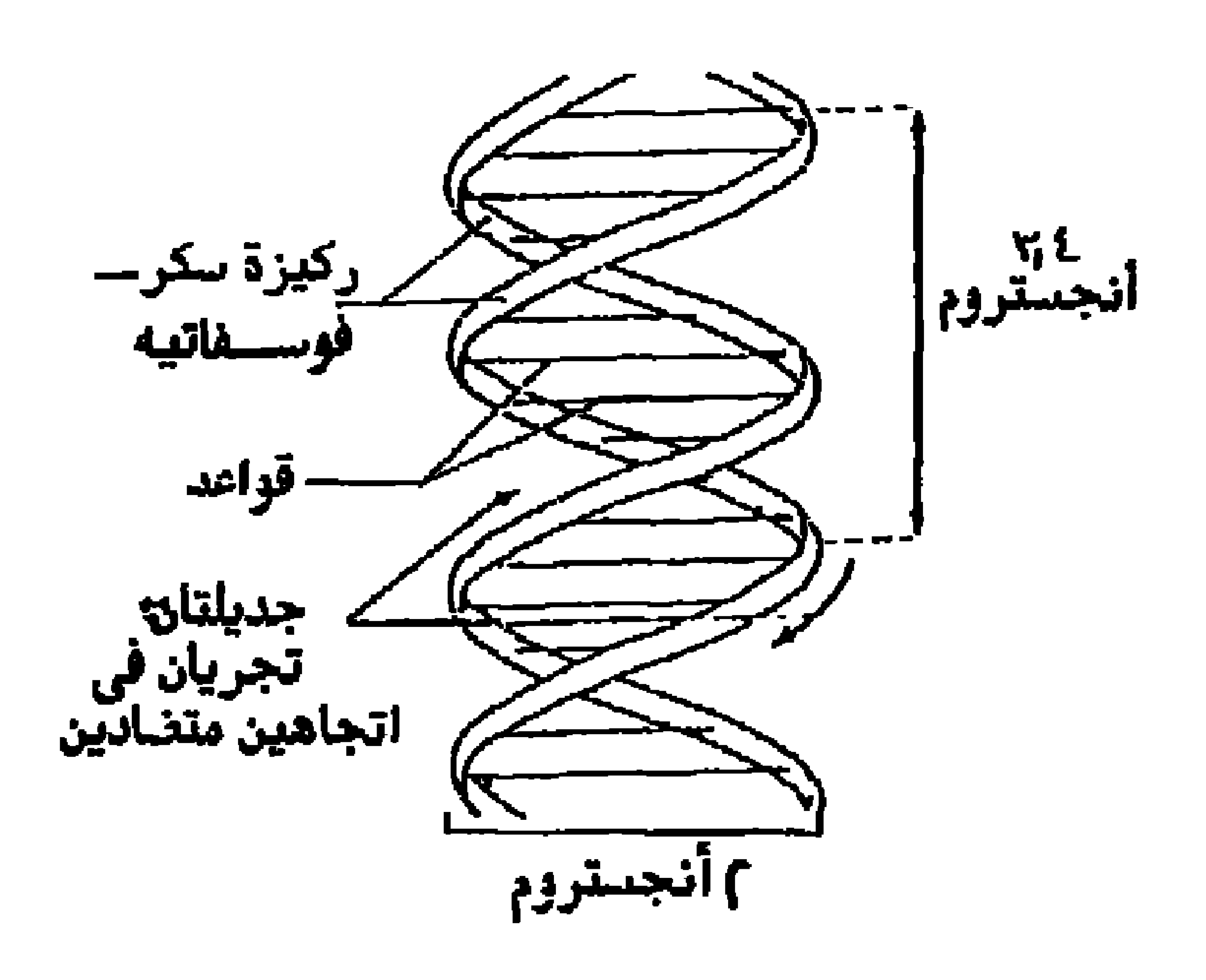
قام مورجان مع تلاميذه طوال العقد الثـانى مـن هـذا القـرن بدراسـات وراثية موسعة على هذه الحشـرة وأثبـت أن الكروموزومـات هـى الحاملـة للجينات ، وأن الجينات تصطف على الكروموزومات فـى ترتيـب خطـى كحبات العقد ، وأن ثمة ظاهرة تسمى (العبور) Crossing Over تحـدث أثناء إنتاج الجاميطات (أى البويضـات والحيوانات المنويـة) يتبـادل فيـها فردى كل كروموزومين قرينين قِطَعًا متساوية من المادة الوراثية ، وأنه مـن الممكن أن تقاس المسافة بين أى جينين على نفس الكروموزوم بتقدير نسبة

العبور بينـهما - فكلمـا ازدادت المسـافة ازداد احتمـال حـدوث العبـور - بحيث يمكن أن نرسـم (خريطـة عبـور) أى (خريطـة ارتبـاط Linkage Map لكل كروموزوم توضح ترتيب الجينات عليها ، ويكـون فيـها البعـد بين أى جينين هو نسبة العبور بينـهما . ولقـد نشـر ألفريـد سـتيرتيفانت A.H. Sturtevant وزملاؤه من جماعة مورجان أول (خريطـة عبـور) عـام ١٩١٣ ، وكانت تحمل مواقع ستة جينات علـى كرومـوزوم الجنـس (X) فى (الدروسوفيلا) .

اللولب المزدوج

فـى ربيـع عـام ١٩٥٣ نشـر جيمـس واطسـون وفرانسـيس كريـك J. Watson & F. Crick أخطر بحث وراثـي علـى الإطـلاق ، وصفـا فيـه التركيب الجزيئى ثلاثى الأبعاد للدنا DNA (الحامض النووى الديوكسـي ريبوزى Deoxyribonucleic Acid) - مـادة الوراثـة - وفتحـا بـه عالمًـا جديدًا واسعًا من البحوث والتقنيات ، وتحول به مجرى العلـوم الوراثيـة تمامًا . جزىء (الدنا) لولب مزدوج Double Helix كالسلم الحلزونـى لـه ركيزتان من السكر والفوسفات تجريان فى تـواز مضـاد ، وتتصـلان علـى مسافات دورية بسلالم ، كلٍ يتألف من زوج من القواعد Bases الكيماوية (واحدة على كل جديلة تواجه الأخرى وتتصل بها لتشكل السلمة) : إمـا أدنين - ثايمين (أ - ث) Adenine - Thymine (A-T) أو سـيتوزين - جوانين (س - ج) Cytosine - Guanine (C - G) فالأدنين على جديلة لابد أن يقابلـه ثـايمين علـى الجديلـة المواجهـة ، ونفـس الأمـر بالنسبة للسيتوزين والجوانين ، بحيث إذا انفصلت جديلتـا اللولـب المـزدوج هـذا

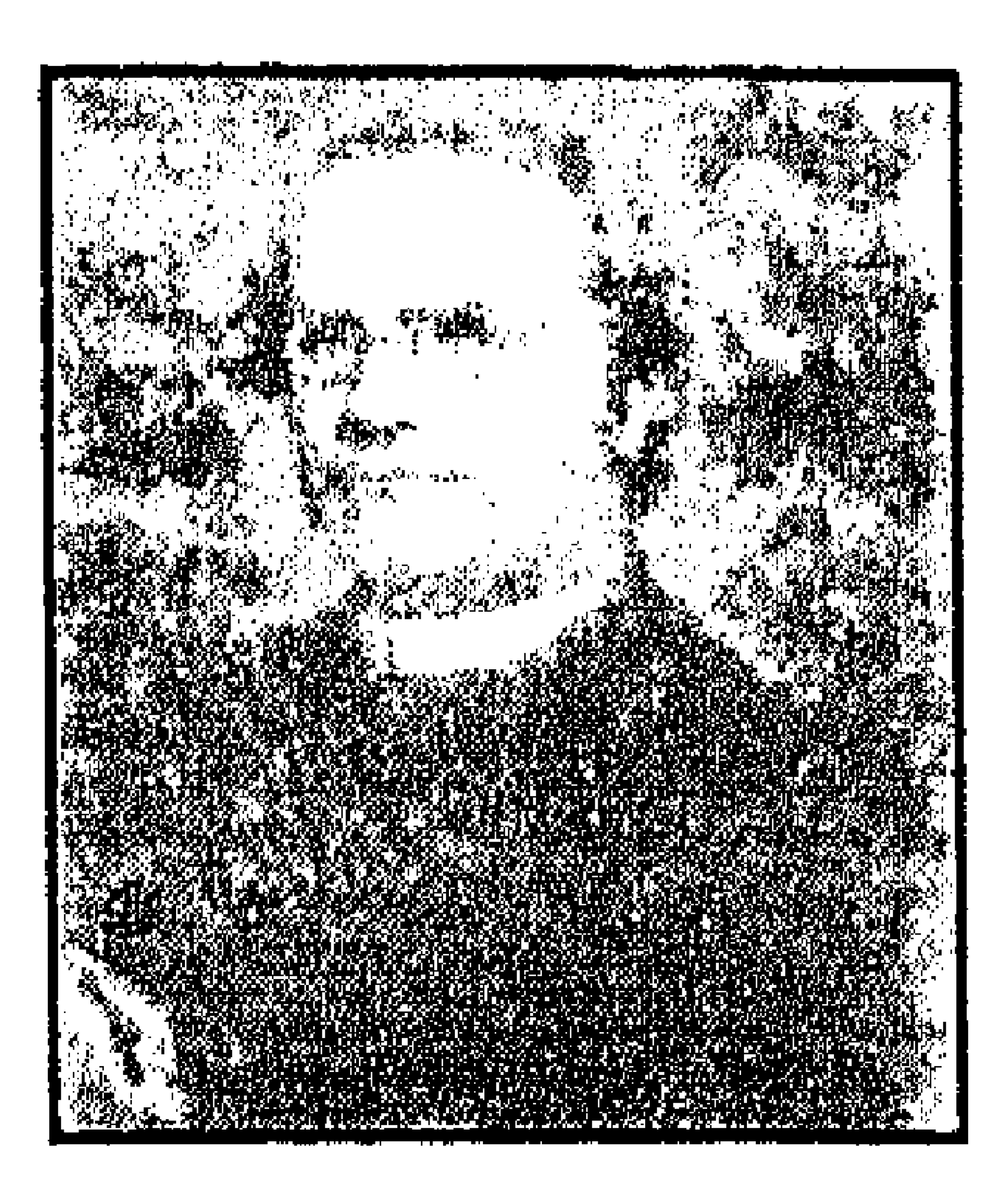
أثناء الانقسام مثلاً ، فإن كلاً منهما يمكنها أن تبنى جديلة رفيقة مكملـة تكون طبق الأصل مـن الجديلـة الرفيقـة التـى انفصلـت ، لينتـج لولبـان مزدوجان متطابقان ومطابقان للولب المزدوج الأصل ، كل منهما مكون مـن جديلة قديمة وأخرى جديدة .



تحمل الدورة الواحدة من هذا السلم الحلزونى عشر سلالم ، يفصل بين كل سلمتين متتابعتين مسافة تبلغ ٣٫٤ أنجستروم (والأنجستروم = ١ مـن عشرة بلايين من المتر) ، ويبلغ عرض السلم اللولب ٢٠ أنجستروم .

فى ظرف عقد من الزمان أدرك العلماء أن هـذه القواعـد الأربعـة ، أى الحروف الأربعة (أ ، ث ، ج ، س) تشـكل أبجديـة الشـفرة الوراثيـة ، وأن ترتيب القواعد على (الدنا) (بالكروموزومات) أى تتابعـها Sequence على شريط (الدنا) هو الذى يحدد المحتوى المعلوماتى له ، وأن الجينات Genes هى مقاطع من (الدنا) يتراوح طولها ما بين بضع مئات مـن أزواج

القواعد (جين الذكورة فى الإنسان طولـه ٢٤٠ حرفًا) وبـين مليونـى زوج (جـين بروتـين الدينورفـين Dynorphin فــى الإنســان طولــه ٢ مليــون حرف) . والجين هو ما يشفر للصفة (وإن كان بعـض الجينـات يشـفر إلى ما قد يصل إلى عشرين صفة فى الأنسجة المختلفة من الجسم) ، وهو مقسم إلى كودونات Codons ، والكودون عبارة عن ثلاثة أحـرف متتابعـة تُقرأ من بداية الجين ، ولأن الأبجدية الوراثية مؤلفة من أربعة أحرف فسيكون لدينا ٦٤ كودونًا محتملاً (مثـلاً : أأأ أو أ س ج أو ث س ج) . يشـفر ٦١ من هذه الكودونات لأحماض أمينيـة Amino Acids ، وهـذه الأحمـاض هي أحجار بناء البروتينات Proteins – ومنها عشرون حمضًا . ولـذا فـإن الحمض الأمينى الواحد قد يشــفر لـه أكـثر مـن كـودون . ينتـهى الجـين بكودون يقول (كفى) ومنه ثلاث صـور : ث أ أ ، ث أ ج، ث ج أ . ثمـة آلية بالخلية تقوم إذن بترجمــة الكودونـات علـى الجـين إلى سلسـلة مـن الأحماض الأمينية ، سلسلة تنطوى لتشكل البروتين الذى يشفر له الجين (ذلك بأن يُنْسَخَ الجين علــى (رنـا) RNA داخـل النـواة Nucleus ، ثـم يُشَذَّب ، ليخرج إلى السيتوبلازم Cytoplasm خارج النواة حيـث يـترجم إلى السلسلة النظيرة من الأحمـاض الأمينيـة ، قـد تُحَـوَّر هـى الأخـرى – و(الرنا) حمض نووى آخر لا يختلف كثيرًا عن (الدنا)) . كما اتضح أيضًـا أن معظم جينات الكائنات العليا من النوع المفروق Split Genes ، والجين المفروق جين تتخلل المناطق المشفرة فيه (والتى تسمى الإكسونات Exons) مناطقُ لا تشفر لشيء معروف تسمى الإنترونات Introns . وقد تصل نسبة الإنترونات فى بعض الكائنات العليا كالإنسان إلى ٩٠٪ أو ٩٥٪ من طـول الجينوم Genome كله .



جريجور مندل

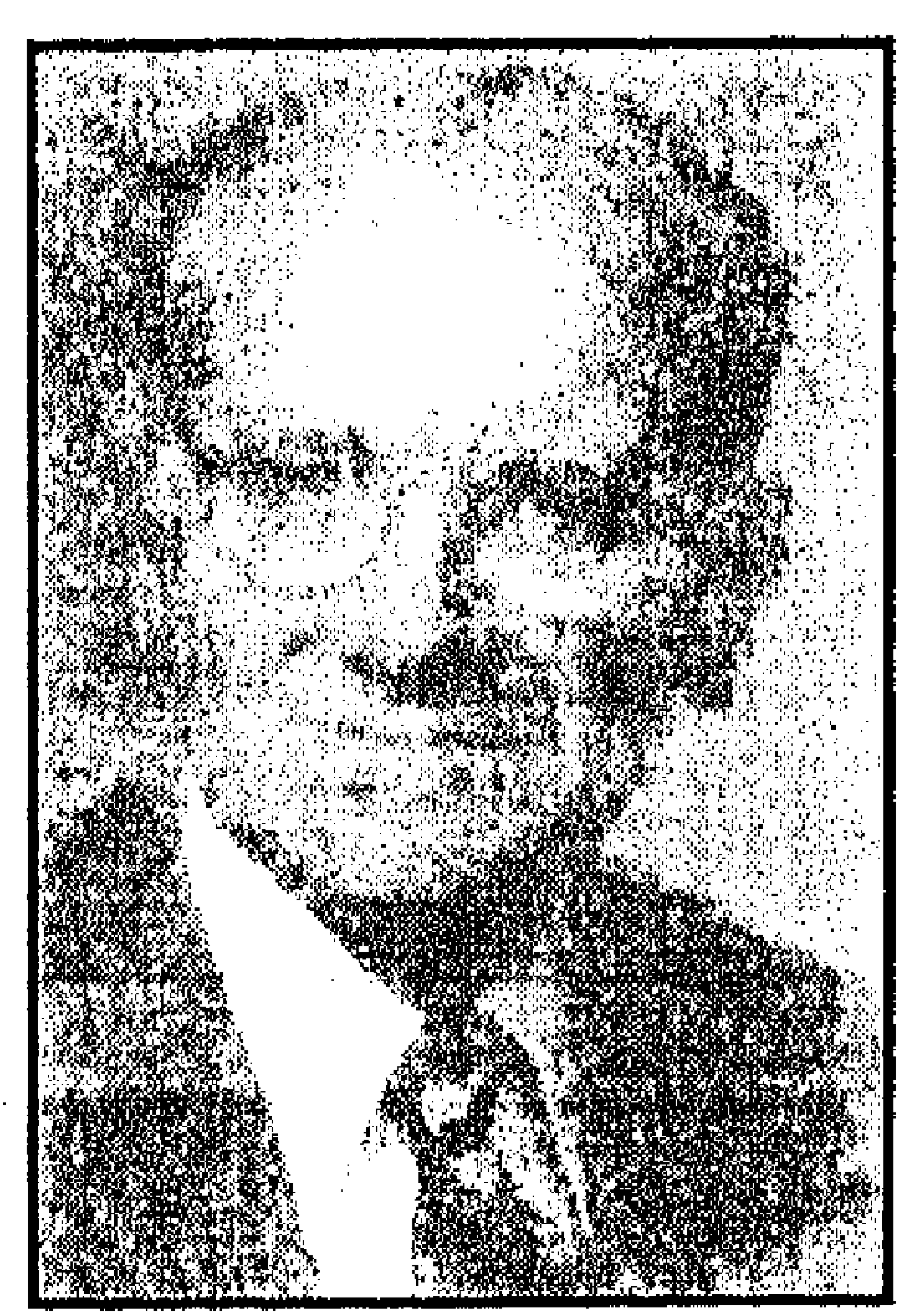


نانسي ويكسلر تحتضن طفلا مريضا بمرض هنتنحتون كان يعيش قرب بحيرة ماراكايبو في فنزويلا (ماتت والدة نانسي بهذا المرض)

الصورة الشهيرة لكريك (إلى اليمين) وواطسن وهما يشرحان تركيب اللولب المزدوج عندما اكتشفاه



روبرت سينسهايمر



⬆ فيكتور ماكوزيك



فرانسيس كولينز

كروموزومات الإنسان

إذا كان (للدروسوفيلا) أربعة أزواج من الكروموزومات ، وكانت للبسلة سبعة أزواج ، فما هو عدد أزواج الكروموزومات فى الإنسان ؟ من عجب أننا لم نعرف العدد الحقيقى إلا مؤخرًا جداً ففى عام ١٩١٢ أعلن السيتولوجى البلجيكى هانس فون فينيفارتر H. von Winiwarter أن عدد الكروموزومات فى الرجل ٤٧ وفى المرأة ٤٨ (أى ٢٤ زوجًا)، وقال إن السبب فى هذا الاختلاف يرجع إلى أن المرأة تحمل كروموزومى جنس Sex Chromosomes بينما يحمل الرجل كروموزومًا واحدًا . وفى سنة ١٩٢١ رأى تيوفيلوس بينتر T. Painter أن أفضل عدد لكروموزومات الرجل هو ٤٨ (٢٤ زوجًا) ونشر عن ذلك تقريرًا عام ١٩٢٤ . وظل الجميع يعتقدون أن هذا هو العدد الصحيح لفترة تربو على الثلاثين عامًا ، ولم يُعرف العدد الحقيقى إلا سنة ١٩٥٦ عندما نشر جو - هين تيو Joe - Hin Tjio الإندونيسى وألبيرت ليفان A. Levan السويدى نتائجهما التى أكدت أن العدد الصحيح من الكروموزومات الذى يحمله الجينوم البشرى هو ٤٦ أى ٢٣ زوجًا .

بعد أن تعزز هذا التأكيد بأبحاث عديدة ، عُقد فى أبريل فى دنفر - كلورادو مؤتمر للوراثة تم فيه الاتفاق على ترقيم الأوتوزومات (أى الكروموزومات غير كروموزومى الجنس X و Y) حسب تدرج أحجامها بحيث يعطى الرقم ١ للكروموزوم الأكبر .



صورة كروموزومات الانسان كما تبدو تحت المجهر

رسم الخرائط (الخَرْطَنَة)

من الممكن إذا أن يرسم للجينوم البشرى (أو غيره) ثلاثة أنواع من الخرائط . أولاها الخريطة السيتولوجية Cytological التى توضح التفاصيل المظهرية للكروموزومات كما نراها تحت الميكروسكوب . ولقد أمكن فى أوائل السبعينات التوصل إلى صبغات يمكن باستخدامها التمييز بين الكروموزومات البشرية تحت المجهر ، إذ يُظهر كل كروموزوم عند الصبغ نمطًا خاصًا من الشرائط Bands السميكة والنحيلة يمكن التعرف عليه بسهولة دون لبس أو خطأ . أما الخريطة الثانية فهى خريطة العبور.

وفيها تكون المسافات بين الجينات هى نسب العبور بينها ، وتقاس بالسنتيمورجان Centimorgan الذى يساوى ١٪ عبور (فإذا كان البعد بين جينين على كروموزوم بالخريطة هو ٣٠ سنتيمورجان فإن هذا يعنى احتمالاً قدره ٣٠٪ أن ينفصلا بالعبور أثناء الانقسام الاختزالى عند إنتاج الجاميطات) . يظهر الجينوم فى هذه الخريطة فى صورة خطوط ، كل يمثل كروموزمًا - وعلى كل خط تتوالى النقاط التى تمثل الجينات ، تفصلها مسافات تُعَبِّر عن نسب العبور . تتطلب هذه الخريطة وجود واسمات Markers معروفة نبدأ بها على كروموزوم يمكن أن ننسب إليها غيرها من الجينات - وهذا أمر صعب فى الجينوم البشرى .

أما الخريطة الثالثة فهى الخريطة الفيزيقية الجزيئية التى توضح تتابع القواعد Sequence (أو الحروف أ ، ث ، ج ، س) على طول كل كروموزوم . لن تكون المسافات بين الجينات على أى كروموزوم فى الخريطة الفيزيقية مناظرة للمسافات على خريطة العبور ، لكن تتابع الجينات سيكون واحدًا .

لكن ، كيف يمكن أن نرسم (خريطة عبور) لكروموزومات الإنسان ؟ لن نستطيع بالطبع أن نجرى التهجينات الوراثية التى نحتاجها كما نفعل فى (الدروسوفيلا) أو نبات البسلة .

إن كل ما يمكن عمله هو اللجوء إلى سجلات الأقارب والأسلاف الممتدة للعائلات . فإذا لاحظنا أن صفتين مرتبطتان ، أى تورثان دائمًا متصاحبتين دون أن تتوزعا توزيعًا حرًا ، فكيف لنا أن نعرف الكروموزوم الذى يحمل جينيهما من بين ثلاثة وعشرين كروموزومًا ؟ سيكون الأمر

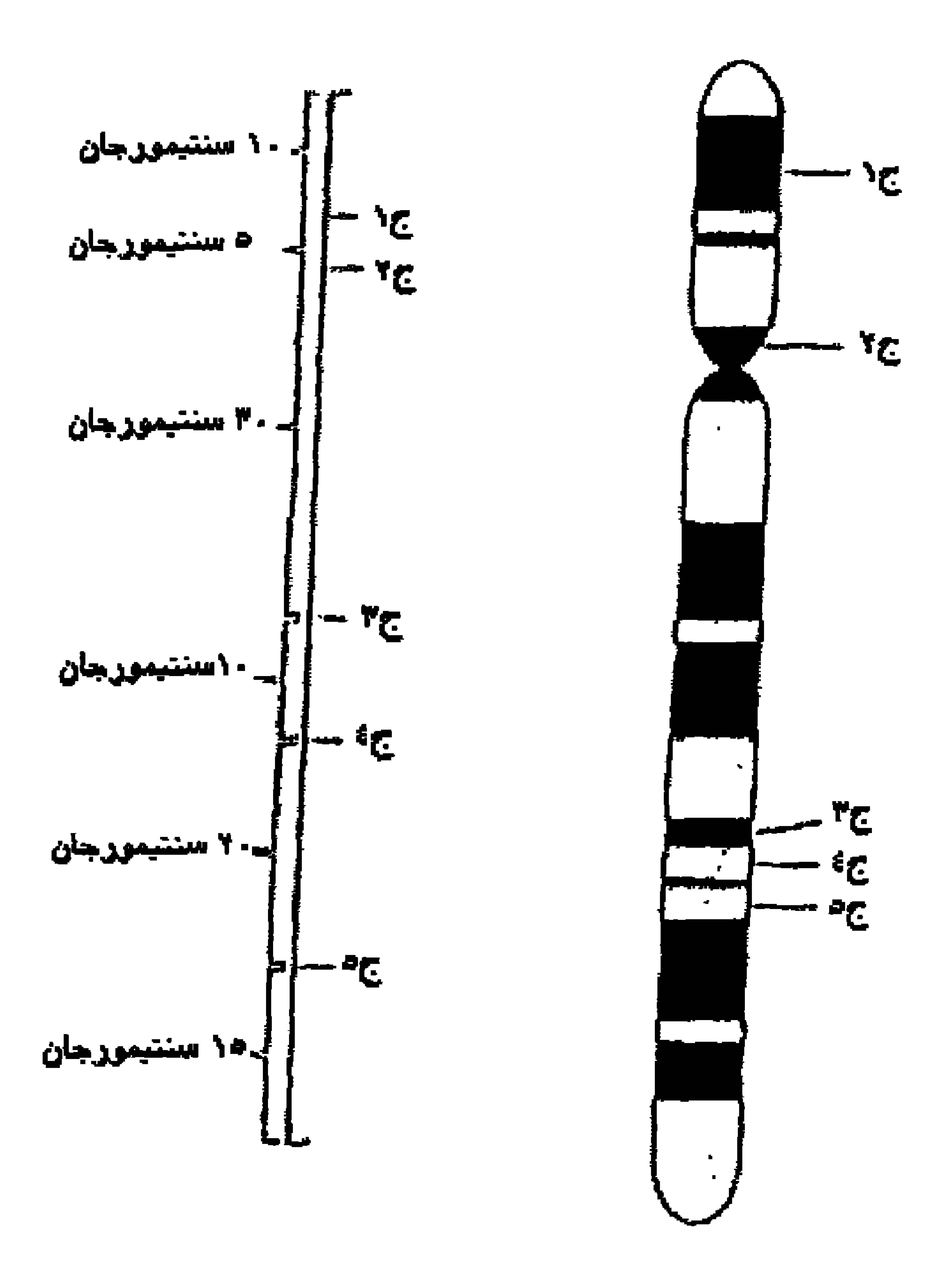
سهلا نسبيا للجينات المرتبطة بالجنس أى الموجودة على كروموزوم الجنس X ذلك أن الذكر الذى يحمل كروموزوم X واحدا (بالإضافة إلى كروموزوم Y فارغ وراثيا تقريبا) لا يورث كروموزومه X هذا أبدا إلى أبنائه من الذكور ، نعنى أن كروموزوم X بأى ذكر لابد أن يأتى عن أمه . والحق أن أول مجموعة ارتباط تنسب إلى كروموزوم بعينه فى الإنسان كانت عبارة عن جينين مرتبطين بالجنس هما عمى الألوان والهيموفيليا ، تم ذلك عام ١٩٣٦ على يدى هالدين وجوليا بيل J.B.S. Haldane & J. Bell. وحتى عام ١٩٦٧ لم يكن معروفا إلا تسع مجاميع ارتباطية بشرية ، سبع منها كانت مجرد جينين لا أكثر .

عن الفئران والرجال

ثم ظهرت تقنية التهجين الخلوى الخضرى Vegetative Hybridization . نستطيع بهذه التقنية أن نهجن أو ندمج خلايا بشرية بخلايا فأر ، لتنتج خلايا تحمل جينومى الإنسان والفأر سويا ، يمكنها أن تنقسم وتتكاثر فى المستنبت فى المعمل . يحدث مع توالى انقسام هذه الخلايا الهجينة أن تفقد بالتدريج بعض الكروموزومات البشرية - لا الفأرية - ويمكن بذلك أن ننمى خلايا هجينة تحمل كروموزومات الفأر بالإضافة إلى كروموزوم بشرى بعينه - أو حتى جزء معين من كروموزوم محدد - فى مقدورنا بالطبع أن نعرفه بنمط الشرائط الموجودة عليه. من الممكن أن نفحص النواتج البيولوجية لهذا الكروموزوم - أو المقطع منه - لنعرف إن كان يحمل جينا ما . فإذا وجدنا مثلا أن هذه الخلايا تنتج إنزيم الثايمدين كاينيز Thymidene Kinase البشرى ، قلنا إن

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
X
Y

صورة تخطيطية لكروموزمات الإنسان توضح أنماط التشريط المختلفة عليها، كما توضح الأطوال النسبية لها.



تُقَاس المسافة بين الجينات على الخريطة الفيزيقية (إلى اليمين) بعدد أزواج القواعد التي تفصل بينها، بينما تُقَاس على خريطة الإرتباط (إلى اليسار) بنسب العبور. توجد الجينات على الخريطتين بنفس الترتيب، لكن المسافات بينها تختلف.

الجين الخاص بهذه الصفة يقع على الكروموزوم البشرى هذا - أو الجزء منه - الباقى بالخلايا . والواقع أن الجين المسئول عن هذا الإنزيم كان هو أول جين بشرى يُنْسَبُ إلى كروموزوم أوتوزومى بعينه . كان ذلك عام ١٩٦٨ عندما أعلن هوارد جرين ومارى وايس H. Green & M. Weiss عن تحديدهما لمكان هذا الجين على الكروموزوم ١٧ . أمكن إذن باستخدام التشريط على الكروموزومات والتهجين الخلوى الخضرى أن تُنسب جينات بشرية إلى كروموزومات بعينها ، بل وإلى مناطق بذاتها من الكروموزومات ، بل وحتى إلى شرائط محددة منها .

حجم الجينوم البشرى

إذا كان الجين على خريطة العبور هو مجرد نقطة على خط يمثل كروموزومًا ، فإنه ليس كذلك على الخريطة الفيزيقية الجزيئية ، فهو فيها مسافة من تتابع خطى من القواعد أو الحروف يمكن قراءته ، ويقاس بعدد أزواج القواعد بالقطعة التى تحمله من اللولب المزدوج . ورسم هذه الخريطة الفيزيقية ، أى تحديد هذا التتابع على طول (دنا) الإنسان - الذى يحمل المحتوى المعلوماتى الذى يجعلنا بشرًا - هو المهمة الأولى لمشروع الجينوم البشرى .

يبلغ طول الجينوم البشرى بأكمله (الذى تحمله ثلاثة وعشرون كروموزومًا) نحو ٣٠٠٠ - ٣٥٠٠ مليون زوجًا من القواعد Base Pairs (زق bp) مقسمة إلى قطع ، إلى كروموزومات ، يحتوى أصغرها (الكروموزوم Y) على نحو ٥٠ مليون زق، بينما يحتوى أكبرها (الكروموزوم رقم ١) على نحو ٢٥٠ مليون زق .

وسَلْسَلة القواعد فى (الدنا) مهمة جد عسيرة، بل لقد كانت تبدو مستحيلة . فلقد تطلب الأمر فى عام ١٩٧١ سنتين لتحديد تتابع طوله ٢٠ زقًا لا أكثر ، فكيف لنا أن نسلسل ثلاثة آلاف مليون زق ؟ لكننا سنجد العلماء على عام ١٩٧٦ وقد توصلوا إلى طرق أسرع بكثير ، يمكن بها أن يسلسل الشخص فى العام نحو خمسة آلاف زق . ثم تطورت تقنية السَّلسلة Sequencing في خلال خمسة عشر عامًا لتصل إلى طرق مُؤْتَمَتَة يمكن بها للفرد أن يسلسل ما بين عشرة آلاف ومائة ألف زق فى العام .

واسمات جديدة

ولقد ظهرت تقنيات جديدة مهدت السبيل إلى السَّلسلة . اكتشف عام ١٩٧٠ إنزيمات بكتيرية تسمى إنزيمات التحديد Restriction Enzymes تفرزها البكتريا لتمزيق (دنا) ما قد يصيبها من فيروسات Viruses ، وتقوم ببتر (الدنا) – أىّ (دنا) – فى مواقع بذاتها . لكل إنزيم من هذه – وقد عرف منها الآن نحو ٤٠٠ – تتابع بعينه من القواعد يتعرف عليه، ويقطع عنده كلما صادفه ، إنزيم إيكور – ١ EcoR-1 مثلاً يتعرف على التتابع ج أ أ ث ث س حيثما كان ، ويبتر (الدنا) بعد الحرف ج . قادت هذه الإنزيمات سنة ١٩٧٣ إلى الهندسة الوراثية Genetic Engineering، وهذه تقنية يُقطع بها مقطع من (دنا) كائن بهذا المقص المُنَمْنَم – إنزيم التحديد – ليولج فى (دنا) كائن آخر بعد قَصّه بنفس الإنزيم ، ثم استعمال إنزيم وَصْل (ليجيز Ligase) لإجراء عملية اللحام .

مواقع البتر التي تتعرف عليها إنزيمات التحديد Recognition Sites يمكن أن تعتبر واسمات على أي كروموزوم ، تُعرف بما ينتج عن بترها من شظايا مختلفة الطول (تسمى (الرفليبات) RFLPs) . يمكن إذن أن تحل (الرفليبات) محل الواسمات ، نقصد محل جينات الصفات المظهرية التي بنى عليها مورجان مثلاً خرائط العبور في (الدروسوفيلا) ، فهي مثلها مؤلفة من تتابع معين من القواعد . أمكن تحديد مواقع نحو ثلاثة آلاف (رفليب) مبعثرة على كروموزومات الجينوم البشرى ، رُسمت خرائط توضح مواقعها .

فجأة أصبحت لدينا مجموعة ضخمة من الواسمات تشكل شبكة موزعة على الكروموزومات البشرية جميعًا ، يمكن إليها أن ننسب الجينات وأن نُخَرِّطنها . فجأة أصبحت لدينا عدّة يمكن بها أن نقطع جينًا مسئولاً عن مرض ما في البشر ، أو أي مقطع من (الدنا)، إذا وُجِد على كل من جانبي منطقة تَعَرُّف لإنزيم تحديدٍ من هذه – أن نعزله هكذا ، وأن نكلّونه clone ، أي نضاعفه – بإيلاجه في بكتيرة مثلاً ليتضاعف مع تضاعفها ، بل إننا نستطيع أيضًا بهذه الإنزيمات أن نشظّي الجينوم البشرى بأكمله إلى مئات الآلاف من الشظايا ، يمكن أن تُفصل تبعًا للحجم باستخدام تقنية التفريد الكهربائي Electrophoresis ، وأن نولج كل شظية في بكتيرة أو خلية خميرة Yeast يخزن بها ، لننشىء مكتبة كاملة للجينوم يمكن أن نسلسلها قطعة قطعة .

ثمة تقنية أخرى لخرطنة الجينات ليس لها نظير سابق ابتُكرت في أوائل الثمانينات ، تستغل مبدأ تكامل القواعد (أ تقترن فقط مع ث ،

وس فقط مع ج) وتسمى تقنية تهجين المادة الوراثية فى موقعـها In situ hybridization . فإذا أخذنا مثلاً قطعة من (دنا) بشرى تحمـل جينًـا أو جزءًا من جين ، وأنتجنا منها ، بالكلونة مثلاً ، قدرًا معقولاً يكفى ، ثـم قمنا بوسْمها بواسم مشع أو بمادة كيماوية تُسبب تغيرًا فـى اللـون ، نتج لدينا مـا يسـمى مسـبرًا Probe . وإذا أخذنـا دهكـة مـن جينـوم فـرد مـا عولجت بحيث تُفصل جدائل (الدنـا) وتصبـح مفـردة ، ثـم أضفنـا إليـها المسبر المشع بعد أن يُعـالَج هـو الآخـر لتصبـح جدائلـه مفـردة ، التصـق، أو تَهَجَّن، هذا المسبر بالقواعد المُكملة لـه عنـد مكـان الجـين بـالتحديد، لنتمكن بذلك من تحديد الكروموزوم الذى يحمل الجين ، بل والمنطقة منه التى تحمله ، وذلك بأخذ صورة إشـعاعية للكروموزومـات يظـهر عليـها مكان التهجين الدناوى كبقعة سوداء إذا كنا قد استخدمنا واسمًـا مشـعًا ، أو بملاحظـة مواقـع تغـير اللـون إذا كـانت مـادة الوَسْـم تحـدث تفـاعلاً يعطى لونا .

وبدأ تعقب جينات الأمراض

بعد أن توفرت كـل هـذه الأدوات أمـام الوراثيـين ، بـدأوا يتعقبـون.. جينات أمـراض الإنسـان ، بـالطبع . ولقـد كـان الفتـح الكبـير الأول هـو تحديـد مكـان الجـين الطـافر المسـبب لمـرض هنتنجتـون Huntington Disease (والاسم مأخوذ عن مكتشـفه الطبيـب الأمريكـى جـورج صمـنر هنتنجتون). هذا مرض وراثى نادر (يصيب فى الغرب شـخصًا بـين كـل مائة ألف)، أوتوزومى ، سائد كامل النفاذية لابـد أن يظـهر أثـره القـاتل على الفرد حتى إذا حمـل فـى جينومـه نسـخة واحـدة منـه فقـط. تبـدأ

أعراض المرض في الظهور في سن يتراوح ما بين ٣٥ و ٤٥ عامًا ، وتستمر فترة تصل إلى ١٥ أو ٢٥ عامًا ، ليقتل المريض في نهايتها . تبدأ أعراضه بالاكتئاب وبعض المتاعب النفسية ، وتنتهي بأن يفقد المريض السيطرة على عضلاته ويصاب بتدهور عقلي فظيع واضطرابات عاطفية حادة واكتئاب انتحاري وهذيان .

في عام ١٩٧٩ عُهِد إلى نانسي ويكسلر N. Wexler تنفيذ برنامج بحثي عن هذا المرض ، وكان لديها اهتمام خاص به لأن والدتها ماتت به . كانت فكرة خَرْطَنَة الجينات بالرفليبات الواسمة جديدةً ، وكانت تأمل في أن تجد رفليبًا يقع على مقربة من جين (هنتنجتون) على كروموزومات مَنْ يحملون المرض . فإذا توصلتْ في نهاية الأمر إلى الجين فقد يمكن تحديد أسباب المرض وتطوير أدوية لعلاجه . اتجهت مع فريقها عام ١٩٨١ إلى ثلاث قرى على شواطئ بحيرة ماراكايبو Maracaibo بفنزويلا حيث عُرِف بانتشار المرض . أمكن تعقب المرض منذ العقد الأول من القرن الماضي إلى امرأة واحدة (اسمها ماريا كونسِبْسيون M. Concepcion) بلغ تعداد نسلها ١١ ألف شخص كان منهم تسعة آلاف يحيون آنئذ . عينة هائلة قلما تتوفر لوراثي . بدأ الفريق يرسل عينات من دم هؤلاء إلى معمل جيمس جوزيلا J. Gusella في بوسطون ، وكان قد طوّر رفليبات واسمات مشعة . فإذا ارتبط جين (هنتنجتون) في (دنا) المرضى برفليب مشع معين بأكثر مما تقول به الصدفة ، فإن هذا يعني أن الجين قريب من هذا الرفليب . ولقد كشف عن هذا الرفليب القريب في لا زمن! كان الجين يقع في مكان ما على الطرف الأعلى للذراع القصيرة للكروموزوم ٤ .. أعلن عن هذا الفتح في

نوفمبر ١٩٨٣ – عُرفت المنطقة التى تحمل الجين وأصبح من الممكن باستخدام السبر اللائم كشف وجوده فى (دنا) أى شخص. (ولم يكشف عن تركيب الطفرة المسببة للمرض إلا فى عام ١٩٩٣ أى بعد عشر سنوات، وكان عبارة عن امتداد مميّز لثلاثية من القواعد –هى: س أ ج– تتضاعف داخل الجين مع تقدم عمر المريض فتفسد عمل البروتين الناتج عنه).

وبدأ التفكير فى مشروع الجينوم

إذا كان فريق «ويكسلر وجوزيلا» قد تمكن من العثور على مكان جين «هنتنجتون»، وكانت هناك فرق عديدة أخرى تَجِدُّ فى البحث عن جينات أمراض أخرى (مثل مرض التليف الكيسى Cystic Fibrosis ومرض حثل دوتشين العضلى Duchenne Muscular Dystrophy)، أفليس من المعقول أن يقام مشروع ضخم نتعرف به على تفصيلات الجينوم البشرى، ونحدد به، أول ما نحدد، مواقع الأمراض الوراثية التى قد يصل عددها إلى نحو خمسة آلاف مرض (الخطير منها نحو ٣٠٠) والتى تسبب ما يزيد على ٣٠٪ من الوفيات فى الأطفال بالدول الصناعية؟

أثار روبرت سينسهايمر R.L. Sinsheimer الفكرة إذن عام ١٩٨٤، ليقوم فى مايو ١٩٨٥ بدعوة عدد من كبار رجال البيولوجيا الجزيئية إلى ورشة عمل فى (سانتا كروز) للتشاور فى أمر إمكانية إقامة مشروع الجينوم البشرى. وفى أوائل مارس ١٩٨٦ أقيمت ورشة عمل أخرى مشابهة فى (لوس ألاموس) أكد فيها المشاركون على أن التقنيات المتاحة تشير إلى أن فرص نجاح مثل هذا المشروع ممتازة.

بعد أيام من اجتماع (لوس ألاموس) ، وفى ٧ مارس ١٩٨٦ ذكرت مجلة (ساينس) في افتتاحيتها أن على الولايات المتحدة أن تأخذ المهمة على عاتقها، مهمة الوصول إلى تتابع الجينوم البشرى بأكمله، وذلك بإقامة مشروع فى مثل شجاعة برنامج (أبوللو)! لتثير جدلاً حادًا فى مجتمع البيولوجيين . البعض يرى أنه مهمة تاريخية وأنه ليس ثمة من سبب وجيه يدعو إلى التأخير ، فالتكنولوجيا جاهزة وواعدة . والبعض يرى أنه مجرد مغامرة حمقاء من علم ردىء يستحوذ بها البعض من الوراثيين على التمويل الحكومى يحولونه بعيدًا عن كل المجالات الأخرى للبيولوجيا – فلقد قدرت ميزانية المشروع بثلاثة آلاف مليون دولار . إن الجزء المشفِّر من (دنا) الإنسان لا يزيد على ٥٪ من الجينوم كله ، فلماذا ننفق أموال دافعى الضرائب فى سَلْسَلة ما لا طائل وراءه !

فى ديسمبر ١٩٨٧ أمكن لكبار رجال البيولوجيا الجزيئية أن يقنعوا الكونجرس بتخصيص ميزانية لإجراء البحوث على الجينوم البشرى. وفى فبراير ١٩٨٨ اقترحت لجنة من المركز القومى للبحوث أن يمول المشروع لمدة خمسة عشر عامًا بميزانية سنوية قدرها ٢٠٠ مليون دولار .

فى سبتمبر ١٩٨٨ ، وفى اجتماع عقد فى مونترووه بسويسرا، شكل رسميًا المجلس التأسيسى لمنظمة الجينوم البشرى : هوجو HUGO (منظمة أمم متحدة للجينوم البشرى)، وذلك من ٤٢ من أشهر البيولوجين الجزيئيين من سبع عشرة دولة كان من بينهم خمسة من حاملى جائزة نوبل – يرأسهم فيكتور ماكوزيك V. Mckusick وذلك لتنسيق بحوث الجينوم دوليًا وتعزيز تبادل ونشر المعلومات والمواد والتكنولوجيات،

وتشجيع الجدل العام وتوفير المعلومات عن تضمينات المشروع العلمية والأخلاقية والاجتماعية والقانونية والتجارية . ولقد تبنى مجلس وزراء الاتحاد الأوروبى المشروع فى ديسمبر ١٩٨٩ وقرر له تمويلاً قدره ١٥ مليون إيكو لثلاث سنوات ، يوجه ٧٪ منها إلى الدراسات الأخلاقية والاجتماعية والقانونية، ولإثارة المناقشات العامة للجمهور فى القضايا التى يثيرها المشروع .

- اشترك فى العمل منذ البدايات الأولى للمشروع بجانب الولايات المتحدة وكندا ثمان عشرة دولة أوروبية (منها إنجلترا وفرنسا وسويسرا) ، ثم انضمت اليابان ودول أخرى فيما بعد .

ثم بدأ مشروع الجينوم البشرى

بدأ مشروع الجينوم البشرى رسميًا يوم ١ أكتوبر سنة ١٩٩٠، والمفروض أن ينتهى يوم ٣٠ سبتمبر سنة ٢٠٠٥ . الجينوم الذى سيُخَرْطَن سيكون جينومًا يمثل البشر جميعًا ، لن يكون جينوم شخص بعينه وإنما جينومًا لشخص تركيبى من أفراد من الشعوب المختلفة ، مركبًا من تتابعات من مصادر مختلفة معظمها خطوط خلايا موجودة منذ فترة بالمعامل على طول العالم وعرضه ، ليكون شاملاً يمثل البشر عمومًا . تشترك هذه الشعوب فى نحو ٩٩,٥٪ من الجينات – هذا القدر من الجينوم واحد فى كل الشعوب، فالاختلاف بين الشعوب ينحصر فى نصف فى المائة فقط من الجينات. يتطلب تحليل الجينوم البشرى ويُسَهِّل العمل فيه معرفتنا بجينومات كائنات أخرى. ولقد حُددت أهداف سبعة للمشروع .

أولها بالطبع خَرْطَنة وسَلْسَلة الجينوم البشرى مع التأكيد على تحديد هوية الجينات. وثانيها خرطنة وسلسلة جينومات خمسة كائنات أخرى: بكتريا (إيشيريشيا كولاى) (تم الانتهاء من خرطنة جينومها فى ١٦ يناير ١٩٩٧ وكان مؤلفًا من ٣٦٣٨٨٥٨ زق تشكل ٤٢٨٦ جينًا)، والخميرة (تم الانتهاء من خرطنة جينومها عام ١٩٦٦ وكان مؤلفًا من نحو ١٢ مليون زق) ، و(نيماتودا سينورابدتيس Caenorhabditis elegans (وهذه دودة تعيش فى التربة يبلغ طولها نحو ملليمتر واحد وطول جينومها نحو ١٠٠ مليون زق)، و(الدروسوفيلا) (نحو ١٨٠ مليون زق) والفأر (نحو ٣٠٠٠ مليون زق). أما الهدف الثالث فهو دراسة التضمينات الأخلاقية والقانونية والاجتماعية لنتائج المشروع ومحاولة توقع المشاكل قبل ظهورها ووضع سبل معالجتها ، بما فى ذلك المناهج الدراسية والأفلام التليفزيونية الثقافية وورش العمل والحلقات الدراسية الموجهة. ولقد خصص المشروع الآن نسبة تتراوح ما بين ٣٪ إلى ٥٪ من ميزانيته لهذه الدراسة، وهذا أول مشروع بحثى كبير يخصص بعضًا من تمويله لفحص آثاره على المجتمع. والهدف الرابع يختص بمعالجة المعلومات وتحليلها وذلك بتطوير نظم لقواعد المعلومات من أجل تجميع البيانات وتحليلها بحيث تسمح للباحثين في العالم بأسره من التمكن من نتائج المشروع. أما الهدف الخامس فهو تطوير التكنولوجيا بدعم البحوث فى تطوير الطرق المستخدمة فى دراسة الجينوم، لاسيما سلسلة (الدنا)، والوصول إلى تقنيةٍ سَلْسلةٍ مؤتمتةٍ يمكنُها أن تُسَلْسِل فى دقة ألف قاعدة

فى اليوم. والهدف السادس هو دعم نقل تكنولوجيا المشروع إلى الصناعة وغيرها من المجالات التى قد تستفيد منها. والهدف السابع والأخير هو تدريب وتشجيع الطلبة والعلماء على التمكن من المهارات المطلوبة اللازمة لبحوث الجينوم ، والمشروع يعتمد كثيرًا على المدربين فى أكثر من مجال .

ماذا سنجنى من المشروع ؟

سيوفر المشروع عند نهايته مرجعًا هائلاً من المعلومات للعلماء فى شتى مجالات علوم الحياة. ستكون نتائجه متاحة للجميع . سيتيح للجميع مقاطع من (الدنا) فى أطباق - ستكون هذه المقاطع المحددة الهوية المعروفة التتابع متاحة لكل معمل يحتاجها للبحث . سيقوم المشروع، بعد أن ينتهى من سلسلة الثلاثة آلاف مليون قاعدة بالجينوم البشرى، بتحديد هوية كل الجينات البشرية، ليقارن بين تتابعات الجينوم البشرى وتتابعات جينوم الفأر الذى يحمل قدرًا كبيرًا حقًا من الجينات البشرية، لنعرف من ذلك الجينات التى تجعل الحيوان ثدييًا (والحق أنه قد لوحظ تناظر يكاد يكون كاملاً بين جينات الإنسان والفأر، ولم تلحظ إلا حالات قليلة لم يعثر فيها بالفأر على نظير لجين آدمى معين). ولقد نقارن (دنا) الإنسان (بدنا) الشمبانزى مثلاً الذى يحمل نحو ٩٩٪ من تتابعات دنانا، لنصل إلى الجينات التى نشترك فيها مع الرئيسات، وأيضًا ما يميزنا عنها. سيحدد المشروع بالطبع مواقع آلاف الجينات المرضية فى الإنسان، وسيحدد تفاصيل تركيب كل جين منها ، الأمر الذى سيمكننا من

تشخيصيات دقيقة لها، والذى سينتهى فى آخر المطاف بالوصول إلى علاجات لها باستغلال التركيب الجزيئى لجيناتها. ستتوفر لدينا مئات بل وآلاف من البروتينات العلاجية الجديدة. ولقد يصمم اختبار واحد مركب يجرى على الأجنة فى الرحم أو المواليد حال ولادتهم أو على الآباء من حاملى الجينات المرضية، اختبار واحد يكشف عن مائة مثلا من أكثر الأمراض الوراثية شيوعًا ، بالإضافة إلى الأمراض الوراثية العشرة التى يتم فحصها الآن نظاميًا فى أمريكا . بل ولقد نصل إلى تفصيل الأدوية لتناسب الفرد الواحد دون آثار جانبية . فالاستجابة للدواء كثيرًا ما تختلف بين الأفراد لاختلاف تراكيبهم الوراثية. ثمة نسبة تصل إلى ٥٪ من العشيرة الأوروبية يحملون جينات حساسية لأدوية علاج ضغط الدم المرتفع ، فلا يمكنهم الاستفادة الحقيقية من هذه الأدوية. ومن الممكن بالتصنيف الوراثى لمثل هذه الفروق بين الأفراد أن تصمم أدوية تلائمهم خاصة. سيرفع المشروع إذن من نوعية الحياة البشرية بالحد من انتشار الأمراض الوراثية التى تكلف المجتمعات الكثير ، وبابتكار أدوية جديدة ، وبتقليل النفقات على الصحة.

ستجعلنا الخريطة الكاملة للجينوم البشرى قادرين على معالجة أسئلة وقضايا علمية لم تكن قبلاً قابلة للفحص: كيف ننمو من خلية زيجوت لنصبح بشرًا ؟ ما الذى يفتح الجين ليعمل وما الذى يقفله؟ ما الذى يجعل الخلية تعرف أنها ستصبح خلية مخ مثلاً أو خلية كبد؟ ما الذاكرة؟ لماذا نهرم ونشيخ؟ كيف تؤثر البيئة من حولنا فى دنانا - غذاؤنا الذى نأكله، الهواء الذى نتنفسه، العمل الذى نمارسه ، كيف تغير من دنانا ؟

ما الذى أنجز من السَّلْسَلة

كان عدد الجينات البشرية التى وضعت على الخريطة حتى عام ١٩٨٠ هو ٤٥٠ جينًا، وارتفع العدد على منتصف الثمانينات باستخدام الرفليبات إلى ١٥٠٠ جين، وفى سنة ١٩٩١ بلغ عدد ما فُهرِس على الكمبيوتر نحو ٥٦٠٠ جين عُرف أنها تورث فى نمط مندلى. وفى عام ١٩٩٢ نشرت خريطة تحمل ٨١٤ واسمًا تغطى نحو ٩٠٪ من الجينوم البشرى . وفى أكتوبر ١٩٩٦ نُشرت خريطة توضح المواقع الكروموزومية التقريبية لما يزيد على ١٦٠٠٠ جين . وفى ١٩ مارس ١٩٩٨ كان مجموع ما تم سلسلته نحو ٣,٩٢٪ من الجينوم، أى ١١٧,٧١ مليون قاعدة ، سُلسل النصف منها عام ١٩٩٧ وحده .

نعم .. ولكن ..

عندما ينتهى مشروع الجينوم البشرى سيكون وقد وفر للباحثين الطبيين والبيولوجيين مجموعة ثمينة جدًا من الأدوات لتفهمٍ أفضل لبيولوجيا الإنسان ، سيكون فى مقدور الفرد أن يفحص جيناته ، وأن يعرف ما تخبئه من أسرار عن الأمراض الوراثية التى تحملها – وكل منا يحمل فى المتوسط أربعة منها – فهل هذا شىء مفيد ؟ هو لا شك مفيد إذا كنا قد توصلنا إلى علاجات لمثل هذه الأمراض ، وليس قبل كذلك . والتوصل إلى علاج المرض الوراثى يتطلب كما يقال نحو ٢٠ – ٣٠ عامًا بعد كشف التركيب الجزيئى للجين المعيب . الكثيرون ممن يشكّون فى احتمال إصابتهم بمرض (هنتنجتون) السائد – بسبب وفاة أحد الوالدين

مثلاً به – يحجمون عن إجراء الاختبار الوراثي ، بل إن البعض ممن يكتشفون إصابتهم به يحاولون الانتحار . فماذا يفيد الفرد إذا عرف أنه حامل للجين ، سوى أن يجلس منتظرًا قدره ، كمذنب حكم عليه بالإعدام ينتظر تنفيذ الحكم ؟

ثم إن الاختبار الوراثي ليس اختبارًا قاطعًا في بعض الأمراض الوراثية الخطيرة ، مثل مرض التليف الكيسي . هذا هو أكثر الأمراض الوراثية القاتلة انتشارًا في الغرب، إنه يصيب واحدًا من بين كل ٢٥٠٠ طفل يولد . وهو يقتل في سن مبكرة ، ويندر أن يعيش حامله إلى سن الثلاثين . والمرض ينجم عن جين متنحٍ، أي يَلْزم أن يحمل الفرد منه نسختين (واحدة من الأم والأخرى من الأب) ، لتظهر أعراضه ، أما من يحمل نسخة واحدة فلا يصيبه المرض، ويلزم بالطبع أن يكون والدا المريض حاملين للجين . ينشأ المرض عن عطب في جين يبلغ طوله نحو ربع مليون قاعدة ، يقع على الكروموزوم السابع. وقد اكتشف موقعه عام ١٩٨٥ باستخدام الرفليبات، وعرف تركيبه الجزيئي عام ١٩٨٩. يشفر هذا الجين لبروتين من سلسلة من أحماض أمينية طولها ١٤٨٠ حمضًا ، أي أن الجزء المشفر من الجين هو ٤٤٤٠ قاعدة فقط – والباقي من سَقَط (الدنا). أما العطب الذي يُفسد الجين في نحو ٧٠٪ من المرضى فيأتي عن اقتضاب، هو حذف الكودون رقم ٥٠٨ الذي يشفر للحمض الأميني (فينايل ألانين). حمض واحد من بين ١٤٨٠ حمضًا في السلسلة هو الفارق بين المرض والصحة. لكن هناك نحو ٢٠٠ عطب آخر غير هذا تحدث في مناطق مختلفة من الجين وتسبب المرض أيضًا . وعلى هذا فإن

الاختبار الوراثي الذى لا يجد الاقتضاب ٥٠٨ لا يقطع بأن الفرد لا يحمل جين المرض ، إذ قد تكون هناك طفرة أخرى في مكان آخر من الجين، لكن وجود الاقتضاب يؤكد أن الفرد مصاب به. هذا إذن اختبار وراثي غاية ما يمكن أن يقوله لك هو أنك مصاب ، لكنه لا يستطيع أن يقطع بأنك غير مصاب!

ومرض أنيميا الخلايا المنجلية Sickle Cell Anaemia مرض وراثي يسببه هو الآخر جين متنح ، أى يلزم أن يحمل جينوم الفرد منه نسختين حتى يظهر المرض . وهو مرض منتشر بين السكان السود بالولايات المتحدة ، إذ يولد بعشيرتهم طفل مصاب به من بين كل ٢٥٠ وليدًا . والأفراد حاملو الجين يعانون من آلام فظيعة عند انخفاض نسبة الأكسجين في الهواء ، الأمر الذى دفع السلطات الأمريكية يومًا إلى فرض اختبار وراثي حتى تمنع حاملي الجين من الالتحاق بأكاديمية سلاح الطيران، ليقتصر عملهم في بعض شركات الطيران الأمريكية على الوظائف الأرضية! صحيح أن هذا القرار قد أُلغي بحكم المحكمة لما فيه من (تحيز)، فمن شأنه أن يثير عنصرية (وراثية)، لكن الأمر يبين بجلاء أن الاختبارات الوراثية للأمراض مشحونة اجتماعيًا ، وأنها قد تستخدم لتهميش بعض الفئات .

فما هو حق الآباء – أو الحكومة – في إجراء الاختبارات الوراثية على القُصَّر؟ أو الأجنة ؟ ما هو حق التوأم الطبيق في إجراء اختبار وراثي لمرض خطير يشك في أنه يحمله ، دون موافقة توأمه الطبيق ؟ أمن حق أفراد العائلة أن يعرفوا عن الأمراض الوراثية لأقاربهم ؟ أمن حق الطبيب

أن ينقل المعلومات الوراثية عن فرد إلى أفـراد عائلتـه إذا كـان هـذا يعنـى احتمال إصابتهم بنفس المرض الوراثي ؟

إن تشخيص الأمراض الوراثية فى الأجنة قبل الولادة سيؤدى حتمًا إلى زيادة عمليات الإجهاض . فإذا اكتشفت الأم أن الجنين برحمها سيصاب بمرض قاتل فستفكر لا شك فى إجهاضه ، لتريح نفسها وعائلتها والوليـد نفسه من عذابات حياة قصـيرة تنتـهى بميتـة قاسية . وبعـض الأمـراض الوراثية المتنحية القاتلة مرتبط بالجنس، أى أنها تقتـل الذكـور ولا تقتـل الإناث لأنهن يحملن دائمًا نسخة على الأقل من الجين الطبيعي السـائد . من هذه الأمراض مثلاً مرض الحثل العضلى الذى يقتل الطفـل فـى العقد الثانى من العمر. حدد مكان الجين على الذارع القصيرة للكروموزوم X . يمكن إذن أن تفحص الأمهات لحملهن نسخة من هـذا الجـين المعيـب ، ووجود مثل هذه النسخة يعنى أن هناك احتمالاً أن يكون نصـف نسلهن من الذكور مصابًا بـالمرض. مـن الممكـن إذا أن نفحـص أجنـة مثـل هـؤلاء السيدات ، ليُستبعد ، أىْ ليجهض الذكـور منـها . الأمـر فـى مثـل هـذه الحالة لا يحتاج إلى فحـص (دنـا) الجنـين، إنمـا إلى فحـص سـيتولوجى لمعرفة إن كان يحمل الكروموزوم Y أم لا . هنا (نقتل) النصف الطبيعـى من الذكور ، لا نجهضه . والحق أن كشف جنس الجنين مبكرًا قد يـؤدى فى حد ذاته إلى الكثير من عمليات الإجهاض ، لاسيما إجـهاض الأجنـة الإناث – إذ يتحول جنس الجنين هنا إلى مرض ! – حتى لتمنعـه بعـض الحكومات ، مثل حكومة الهند ، بعد أن أدى إلى ما يشبه وأد البنـات . كانت عيادات الفحص والإجهاض فى الهنـد ترفـع شـعارًا يقـول (ادفـع

٦٠٠ روبيـة الآن ، ووفـر خمسـين ألفًا فيمـا بعـد) – وفّر المهر الـذى ستدفعه لابنتك .

فإذا وافقنا على أن مـن حـق الأم أن تجـهض إذا وجـدت أن الجنـين الذى تحمله سيصاب بمرض وراثى قاتل ، مثل مرض (تاى ساكس) Tay Sachs – أو مـرض الحثـل العضلـى أو مـرض (ليـش نيـهان) – Lesch Nyhan ، التى تقتل الطفل مبكرًا ، فهل سنسمح بإجهاض جنين يحمل مرض (هنتنجتون) أو مرض (ألزهايمر) Alzheimer الذى يقتل بعـد عمـر الثلاثين أو الأربعين ؟ ثم أليس من المعقول أن تتسـلل إلى قائمـة الأمـراض التى سيُسمح فيها بالإجهاض ، أمـراض هامشـية كعمـى الألـوان أو قصر النظر؟ إن البعـض يـرى إن إباحـة الإجـهاض لأى سبب هـو أمـر غـير إنسانى، إنه فى الحق قتل، إنـه اليوجينيـا تعـود مـن البـاب الخلفـى . سـيضعنا مشـروع الجينـوم البشـرى لا محالـة أمـام مشـكلة اجتماعيـة حقيقيـة ، يلـزم أن يناقشـها المجتمـع ، مثقفـوه وعلمـاؤه وأطبـاؤه وفلاسفته ، وعلماء الاجتماع والأخلاق ورجـال الديـن، بـل وحتـى بسطاء الناس – فالأمر يهم الجميع .

بل إن الأمر قد يتطرق حتـى إلى الطريقـة التـى سـيعالج بـها الطبيـب عملية نقل نتيجة اختبـار (الدنـا) إلى (مرضـاه) . لابـد أن يكـون حديـث الطبيب هنا حريصًا . لا يجـب أن يقـول مثـلاً لرجـل (أو امـرأة) أثبـت الفحص الدناوى أنه يحمل جينا سائدًا لمرض: إن نصف أبنائك سيصاب بالمرض، أو أن يقول لزوجين وجد أن كليهما يحمل جينا مرضيًا متنحيًا: إن ربع أبنائكما سيصاب بـالمرض . إن عليـه أن يقـول إن هنـاك احتمـالاً لكل وليد، قدره النصف أو الربـع ، فـى أن يصـاب بـالمرض، إن الصدفـة

لا ذاكرة لها، ومن سيُولَد لن تتأثر وراثته بمن وُلِد ، هو حالة وحدها لن تتأثر بمن سبقه من أخوة أو بمن يلحقه .

اختبارات فحص (الدنا) تكشف عما يحمل جينومنا داخل أجسادنا من أسرار ، لاسيما ما يخفيه من أمراض . بل الواقع أن المحرك الأول لقبول مشروع الجينوم البشرى كان هو ما سيكشفه عن الأمراض الوراثية ، حتى ليقول **فرانسيس كولينز** F. Collins مدير المركز القومى الأمريكى لبحوث الجينوم إن (السبب فى أن يمول الناس هذا المشروع هو أنهم قد دفعوا إلى الاعتقاد – من قِبَل أناس مثلى ومثل غيرى – بأن هذا المشروع سيفيد صحة الإنسان) .

ولقد تطورت تقنيات فحص «الدنا» كثيرًا ، حتى غدا من الممكن أن يُضَاعَف أى قدر من «الدنا» مهما بلغت ضآلته (باستخدام ما يسمى التفاعل المتسلسل للبوليميريز PCR) أكثر من مليون مرة فى ليلة لا أكثر: بصقة ، مسحة من جدار الفم ، نقطة دم أو شعرة واحدة تكفى. أصبح في مقدور (السلطات) إذن أن تعرف عنك الكثير دون حتى أن تدرى، أن تتجسس عليك، على كيانك الداخلى فتعرف أسرارك الوراثية، أخطر ما تمتلك، الأمر الذى قد يعرض الخصوصية الفردية إلى مخاطر لم تتعرض لها أبدًا قبلاً . لو استخدمتها شركات التأمين على الحياة لتسببت فى (تفرقة وراثية) بين زبائنها . فما الذى يجبرها على التأمين على حياة شخص وَجَدَت أنه يحمل فى جهازه الوراثى جين مرض هنتنجتون أو مرض فرط الكولسترول العائلى ؟ هل لها إذن أن تقسِّم زبائنها إلى فئات ، حسب خطورة ما يحملونه من أمراض وراثية ثم تحدد القسط

السنوى بناء على ذلك ؟ هل لها الحق أصلاً فى أن تفحص جينوم المتقدم للتأمين على حياته ؟

وصاحب العمل، ما الذى يدفعه إلى تعيين أفراد يقول جهازهم الوراثى أنهم يحملـون جينـات معطوبـة ؟ مـا الـذى يجبره علـى توظيـف أفـراد سيكلفونه الكثير فى الرعاية الصحيـة والتـأمين ؟ هـل سـتتم إذن (تفرقـة وراثية) بين المتقدمين لشغل الوظائف ؟ أمن الممكن إذا أن يتسبب جين - من بين مائة ألف جين يحملها فرد - فى ألاَّ يجد فرد مصـدر رزقـه دون ما ذنب جناه ؟ هل لصـاحب العمـل الحـق فـى أن يفحـص جينـوم مـن يتقدم لشغل وظيفة لديـه ؟ هـل علـى المتقـدم أن يقـدم مـع أوراق تعيينـه شهادة بخلوه من مرض كذا وكذا الوراثى ؟ أم ماذا ؟

ستُستخدم البصمة الوراثية - وتُستخدم - فى تعقب المجرمـين ، وفى التعرف على الجثث المشوهة للقتلى فى الحروب ، ولكن هل ثمـة حقوق للحكومة فى أن تعرف أسرارك الوراثية ؟ إذا كان لهـا الحـق فـى معرفـة بصمة إبهامك فهل لها الحق فى معرفة بصمتك الوراثية ؟ هل لهـا الحـق فى البعض من سرك الوراثى ؟ لتستخدمه - ربما - إذا شاءت ضدك ؟

كل هذه قضايا اجتماعية وقانونية يلـزم أن يواجهـها المجتمـع ، وأن يجد لها الحلول التى تناسبه وترضيه وتضمن للفرد حقه فى حفـظ أسرار جينومه ، فى حفظ خصوصيته ، فى حفظ تفاصيل تركيب جهازه الوراثى مِلْكًا له بعيدًا عن الاعتداء .

إذا ما رأينا أن نفحص حق شركات التأمين أو أصحـاب الأعمـال فـى التمييز بين الأفراد بناء على ما يحملونه من أمـراض وراثيـة ، فلابـد لنـا

أيضًا أن نتدبر إمكان استغلال الفحص الجينومي في التمييز بين الطبقات ، بالبحث عن فروق وراثية قد توجد ، ثم تضخيمها . فنحن كما يقولون لسنا نبلاء لأننا نحمل جينات نبيلة ، ولسنا أثرياء لأننا نحمل جينات للثراء ، فليس هناك جينات نبيلة وأخرى وضيعة ، وليس هناك جينات للثراء وأخرى للفقر - أو كما قالها يومًا ج . ب . س . هالدين : (إن نظرة واحدة إلى الصحف ستقنع كل شخص بأن الأغنياء يضمون عددًا تتوفر بهم المعايير القانونية للبلاهة) .

ولما كنا سنحوز الطاقم الوراثي لأناس من شعوب مختلفة ، فقد يرى البعض أن يبحث فيما إذا كان ثمة اختلافات دناوية تميز الأجناس، ليشعل بذلك تفرقة عنصرية لم تشهدها البشرية قبلاً، ندعي فيها أن الفروق فروق وراثية جوهرية ، وأن آثارها هي الوضع الاجتماعي والاقتصادي لهذا الشعب أو ذاك ، وأن العلم الحديث بتقنياته المذهلة قد أثبت ذلك، فقدّم الدليل الذي لم يتمكن منه أصحاب اليوجينيا الحمقاء في أوائل هذا القرن بما كان يتوفر لديهم من أدوات بدائية .

ثم هناك أسئلة أخرى تتبادر إلى الذهن يلزم أن تحظى بجدل عام. هل نحن جيناتنا ؟ هل نحن عبيد جينومنا ؟ هل قدر كل منا مدون في كتابه الوراثي ولا مناص، لابد أن (تراه العين) ؟ هل المرض الوراثي يقع - كما كان يقال في منتصف هذا القرن - خارج نطاق العلاج وخارج نطاق الوقاية ؟ أم أن العلاج بالجينات (الذي نجح في بعض الأمراض عام ١٩٩٠) سيفيد ؟ أهي حتميةٌ وراثية ؟ أم أننا لسنا عبيد وراثتنا ، لسنا مجرد (نتائج) لما تحكم به جيناتنا ؟ أمن الممكن للبيئة أن تحور من فعل

الجينات ؟ وإلى أى مدى ؟ كم من كياننا تُمليه جيناتنا وكم منه تمليه البيئة وعزمنا نحن وإرادتنا ؟ ما هو الدور الذى تلعبه الوراثة فى تحديد كيف يكون أىٌّ منا ؟ هل نحن منساقون دون أن ندرى إلى ثورة يوجينية جديدة ضارية ، يتحكم فيها ويوجهها علماء البيولوجيا الجزيئية ؟ أيصح أن نترك لهم الأمر؟ لقد بدأنا بالفعل نسمع من يتحدث عن (تلوث المستودع الجينى) وعن (أفضل استراتيجية وراثية) ، وعن (المجتمعات النظيفة وراثيًا) وعن (أنه من الواجب أن نتمكن بالقانون من التحكم فى الجينات التى تسبب الأمراض الخطيرة ، مثلما نتحكم بالقانون فى البكتريا والفيروسات المرضة) . أهى بالفعل مؤشرات ليوجينيا جديدة ؟

إن ما حدث لدينا فى مصر من جدل واسع إثر اكتشاف إمكان استنساخ البشر بعد أن استُنسخت (دوللى) – وعلى الرغم من أن الكثير مما قيل كان يفتقر إلى الفهم الصحيح لمعنى الاستنساخ – لَيُشير إلى جدوى أن تطرح القضايا التى يثيرها مشروع الجينوم البشرى على الجماهير لتشترك فى مناقشتها قبل تبنِّى الحلول التى تحقق خير المجتمع. هذا حقها .

فتح تقنى جديد هائل

ذكرنا أن عملية السَّلْسلة قد تطورت على بداية التسعينات إلى طرق مُؤَتْمَتة يمكن بها للفرد أن يسلسل ما قد يصل إلى مائة ألف قاعدة فى العام، كما ذكرنا أن من أهداف مشروع الجينوم أن يصل إلى تقنية مُؤَتْمَتة يمكنها أن تسلسل فى دقة مائة ألف قاعدة فى اليوم . وقد جاء فى عدد

مجلة (بروفيل) Profil النمساوية الصادر فى ٨ يونيو ١٩٩٨ مقال عنوانه (حمى الجينوم) Das Genom Feber يقول إن شركة بيركين – إيلمر Perkin – Elmer قد تمكنت من إنتاج آلة (معجزة) حقًا يمكنها أن تسلسل فى اليوم الواحد ٤٣٥ ألف قاعدة ! بمعنى أنه يمكن بمائتين وثلاثين آلة كهذه – كما تقول المجلة – أن نسلسل فى يوم واحد مائة مليون قاعدة – أن نسلسل كل ما قام به مشروع الجينوم حتى مارس ١٩٩٨ فى يوم واحد وأربع ساعات ! هذا أبعد بكثير مما كان يحلم به أكثر مصممى مشروع الجينوم البشرى تفاؤلاً . وعلى هذا يتوقع المقال أنْ سيتم خلال عام ١٩٩٩ سلسلة ما يصل إلى ٩٩٪ من الجينوم البشرى (وتبقى المهمة الشاقة : مهمة تحديد حدود الجينات) لينتهى ربما قبل موعده بكثير ! هذا كشف خطير ، جد خطير ، سيدفع بعلوم الوراثة فى الكائنات جميعًا ، وسريعًا ، إلى آفاق أبعد من الخيال !

(٣)
نــار هرقليطس

كان نقاشًا طويلاً ذلك الذى دار ذات ليلة، فــي شــهر مــارس ١٩٩٥، بيني وبين البرفسور ياكوبسين، أستاذ البيولوجيا الجزيئية بجامعة هانوفر – وكان في زيارة سريعة لبلادنا. كان موضوع الحوار هو أهميــة الهندسة الوراثية في بلاد كبلادنا، وكيف نوجه البحوث في هذا المجال لمصلحــة الوطن. يبدو أن آرائــي جعلتــه فــي النهايــة يسألني: هــل قرأت كتــاب إيرفين شارجاف؟ – كلا – ما عنوانه؟ قــال لا أتذكــر، فقــد مضى على نشره زمن طويل، لكني سأرسل إليك العنوان حال عودتــي. وبعــد بضعة أيــام مــن مغادرتــه القــاهرة وصلنــي فــاكس يحمل اسم الكتــاب: «نــار هرقليطس: فصول من سيرة حيــاةٍ فــى حضــرة الطبيعــة» وتــاريخ نشــره: ١٩٧٨. أرسلت في طلب الكتاب لكنه كان قد نفد من زمان.

لاسم شارجاف رنينه الخاص لدى كل دارس لعلــم الوراثــة الحديــث، فهو صاحب «قاعدة شارجاف» التــي كــانت الدليــل الرئيســي لاكتشــاف واطسون وكريك تركيب الدنا – مادة الوراثة[1].لكني لازلــت أحتفــظ لهــذا

(١) انظر قصة هذا الكشف فى مقال لهذا الكاتب ظهر بمجلة «الهلال» في يناير ١٩٩٦.

الرجل بملخص لحديث صحفي طويل ظهر عام ١٩٨٧، هاجم فيه الهندسة الوراثية هجومًا حادا (على عكس رأيي تماما)، وهاجم فيه مشروع الطاقم الوراثي البشري وقال إنه سيبيِّن في النهاية أن كل الناس مرضى (وراثيا)، وقال إنه ليس من نمط يُقاس عليه. كل فرد منا يختلف عن كل فرد آخر. رأى أن المشروع - ولم يكن قد بدأ رسميا - مشروع غبي، هو ليس إلا وسيلة يستولى بها البيولوجيون على قدر وفير من المال العام. هم من خلال البيولوجيا الجزيئية يريدون أن يصبحوا مثل علماء الذرة. سيبدأون في تحريك عجلة آلة شيطانية لا يمكن إيقافها - إلا من خلال الفقر أو الكارثة. ولقد تكيفت السرعة مع منجزات العلم الحديث؛ ليتضاءل الزمن ما بين الكشف العلمي وتطبيقه. مضت مائتا عام ما بين اكتشاف الكهرباء وإنشاء محطات الكهرباء في نهاية القرن الماضي، لكن الأمر لم يستغرق سوى سبع سنوات بعد اكتشاف هان وستراسمان حتى ألقيت قنبلة هيروشيما. أما التسارع في الهندسة الوراثية فقد كان أكبر، فبعد مرور ثلاث سنوات أو أربع من بدء بحوث تكنولوجيا الجينات بدأ الرأسماليون في تأسيس شركات الهندسة الوراثية. لقد فقد العلم عذريته يوم ألقيت قنبلة هيروشيما - كما قال أوبنهايمر - ولم يعد لنا أن نتخيله تلك العذراء الطاهرة الحنون. لكن شارجاف يرى أن العلم قد فقد عذريته قبل ذلك: مع بدء مشروع مانهاتن - أول معسكر اعتقال علمي جُمع فيه أكثر العلماء عبقرية، من كيماويين وفيزيائيين، تحت حراسة عسكرية مشددة وقيل لهم: هيا العبوا واقتلوا. كانوا يعرفون جميعا أنهم سيقومون بأكبر اكتشاف

شيطاني: تفجير الذرة، وأن هذا الاكتشاف سيُستخدم فى أكبر مذبحة في تاريخ البشرية. طاقة نواة الذرة لا تشبه طاقة نواة الخلية – هذا صحيح، فلا أحد يفنى من الطاقة الأخيرة، لكن تفجير نواة الخلية يعنى انفجار ضمير الإنسان، وإعلائه من شأن وحشية التفكير والغرور – فالأخلاقيات، كما نعلم كانت دائما كالمطاط، خير ما يمكن أن يلائم نفسه مع الظروف.

لاقت معظم أفكار شارجاف فى نفسى قبولا عظيما، وجدت فيها الكثير مما أومن به. فى عام ١٩٨٥ كتبت مقدمة قصيرة لكتاب عن الهندسة الوراثية كنت قد ترجمتُه، قلت فيها:

«تعلمنا أن الذرة لا تنقسم، ولدهشة العالم انشطرت الذرة.. ذات يوم حزين، سيظل فى ذاكرة البشرية تأملاً حزينا بعد هذا الدمار الهائل الحزين الذى حلّ بهيروشيما. وتعلمنا أن الجين – وحدة الوراثة – لا ينقسم.. وها هو ذا ينقسم ويُبْنَى.. لقد غدت إمكانات التطعيم الجينى بين الكائنات جميعا أخطر من أن تمضى هكذا دون تفحص.. هل سنترك العلماء وحدهم ليصنعوا «القنبلة الجينية»، ربما لتكتوى البشرية بنتائجها غير المحسوبة؟».

فى مكتبة شكسبير

فى صيف ١٩٩٥ كنت فى فيينا، وفى أحد أيام شهر أغسطس قمت بزيارة لمكتبة «شكسبير» بوسط المدينة، أبحث عن كتب جديدة (بالإنجليزية). انتقيت بضعة كتب، ووقفت فى الطابور كى أدفع.

وجدت بجانبى كومًا من الكتب القديمة، فتملكتنى على الفور غريزة «الأزبكية». تركت الطابور إذن وأخذت أقلب فى هذا الكوم، وإذا بى أجد نسخة من «نار هرقليطس». يالله! سألنى صاحب المكتبة وأنا أدفع: «كيف انتقيت هذا الكتاب؟». قلت إنه كتاب مهم بالنسبة لى. قال إنه سيخفض سعره من أجلى (من ٣٥٠ شلنا إلى ٢٥٠). طيب. بعد أن دفعت، أمسك الرجل بيدى وترك الخزينة وقادنى إلى رواق قصير داخل المكتبة.كان الحائط مزينًا بالعديد من الصور المؤطرة. أشار الرجل إلى واحدة وقال «هذا شارجاف، ابن فيينا. هل شاهدته منذ أيام على شاشة التليفزيون؟» – كلا – لقد احتفلت النمسا كلها ببلوغه سن التسعين. ياه! كم يقدر هؤلاء الناس علماءهم!.

وعكفت على الكتاب.

مع الكتاب

قرأت الكتاب فوجدته قريبا إلى عقلى وقلبى. يقول شارجاف إنك لا تأخذ من الآخرين إلا ما هو موجود بداخلك. حقا. كان الكثير مما يحويه هذا الكتاب الحميم فى جوفى حبيسًا، وأفرج عنه هذا المؤلف الجميل. أسلوب أديب لاشك، وخيال شاعر رومانسى حزين، وحكمة فيلسوف مجرب، وعقل حاد لمثقف جاد واسع الاطلاع، وأخلاقيات عاشق للطبيعة. ثم أنه يمزج هذا كله بسخرية محببة: عندما تحيله الجامعة إلى التقاعد، فهى إنما ترسله «لإعادة التدوير» (for recycling). !

يحكي الكتاب سيرته الذاتية. والسيرة الذاتية العلمية في رأيه تنتمي إلى ضرب من الأدب بشع. فإذا كانت الصعاب التي تواجه كل من يحاول تسجيل حياته كبيرة – ولم يتغلب عليها بنجاح، في الحق، إلا قلة – فإنها مركبة بالنسبة للعلماء، الذين كثيرا ما لا يعرفون كيف الكتابة! معظم السير الذاتية العلمية تعطى الانطباع بأنها كُتبت كى توضع على الفور فوق الرف مع الكتب الراكدة لتباع بسعر مخفض، فالعلماء يكتبون تاريخ حياتهم بعد أن يكونوا قد انسحبوا من الحياة النشطة – يكتبون بعد أن انقضت أيام التوق واللهفة والحماس، ولم يبق لهم إلا أيام الكآبة. أنت تتوقع داخل الصفحات الذابلة لهذه الكتب أن يطل عليك قلب إنسان، أن تسمع فى طياته نبض قلب بشرى، لكن ما يعرضه معظم هؤلاء العلماء ينصرف فى أفضل الأحوال إلى وصف شعورهم فى ستوكهولم وهم ينسحبون من حيث يقف الملك، أو احساساتهم فى الاحتفال بحصولهم على الدكتوراه الفخرية العشرين! كتبهم المملة عادة ما تكون تقارير عن مهنتهم، لا عن حياتهم. تنجح أخلاقيات مهنتهم وقواعدها فى إخفاء عواطف القلب والعقل – القلة فقط هم من يستطيعون أن يعبروا عن نبوغهم، أو على الأقل، عن موهبتهم. «وأنا لست منهم» كما يقول شارجاف. إن معظم ما يُعتبر اليوم فنا أو أدبًا أو علمًا ليس سوى إهاب ذى مظهر غض متورد، وقد شُد فوق هيكل عظمى متداعٍ!.

ولكنه فى الحق «منهم». مضى يحكى عن تاريخ حياته فى هذا الكتاب بطريقة لم أر لها مثيلا. هو يتحرك فى الزمان رائحا غاديا، يثرى كلامه بالكثير مما يقتطفه من قراءاته الواسعة فى اللغة والأدب والتاريخ، ثم إنك تحس بنبض قلبه فى كل صفحة.

كان عمره عندما ظهر الكتاب ثلاثة وسبعين عامــا. لابـد أن قـد نسـى الكثير، لكنه يقول إنه إذا لم يكن في مقدورنا أن ننسـى فلـن يكـون فـى استطاعتنا أن نتذكر! مرت به ليال فى لون الورد، ومـرت ليـال سـودتها السحب. «تأوه إنسان يموت، يد تمسح شعرى، صوت عائد مــن محرقـة النسيان. الرماد يتكلم، لكن في همهمـة محطمـة. انعكاسـات قصـيرة مـن البهجة، كما من مرآة متكسرة، تعيد سواد ماض حاضر أبــدا. أحكـى مـا سمعته، من يتكلم إذن؟ إذا كانت هى الذاكرة، فبالله لماذا تهمس حينـا، وتصيح حينا، وتهدر أحيانا، وتظل غالبا في صمت متجهم؟.

إذا نظرنا إلى حياتنا من بَعْد، فهل هى مُتَّصَـل؟ نولـد جميعـا بطريقـة واحدة، لكنا نموت بطرق شتى. يقولون إنا نولـد كـلاً ونمـوت كـلاً. لكـن ماذا عن الفترة ما بين الولادة والموت؟ (التى يرى أنها قد طـالت معـه؟). يقول بريخت «من هذه المدن سيبقى ما مر خلالها: الريح!».

أيام الصبـــــا

ولد شارجاف فى ١١ أغسطس ١٩٠٥ فى قرية ڤيـيرنوفيتس بالنمسـا، وكان حالما منذ الطفولة. يتذكر أمه لايزال وهــى تقـف أمامـه فـى ردائـها الريفى الجميل الطويل وعلى رأسها قبعة عريضة، شابة جميلـة حزينـة، تعود إليه دائما صورتها باهتة مرتجفة تمشى على شاطئ ضبـابى، تطفـو فوق ستار من الدموع.

قرأ فى سن العاشرة عـددًا مـن مجلـة «المشـعل» كتبـه بالكـامل كـارل كراوس. كان لهذا الرجل تأثير هائل عليه فى سـنى حياتـه الأولى، لكـن

تعاليمه الأخلاقية ورؤيته للجنس البشرى، وشعره، لم تغادر قلبه طيلة حياته. جعلته يكره التفاهة، علمته كيف يرعى الكلمات وكأنها أطفال صغار، أن يزن دائما عواقب ما يقول. كانت اللغة عند كراوس هى مرآة لروح الإنسان، وإساءة استخدامها هى المقدمة للأعمال الشريرة. كان كراوس بعيد النظر، رأى الزمن الهمجى الدموى الآتى فى جوف الصحافة اليومية، ورأت فيه الصحافة أعدى أعدائها، فكافأته بمؤامرة من الصمت والتجاهل استمرت طيلة حياته. كان كراوس عند شارجاف هو معلمه الأوحد، فبقى مثله طول عمره بعيداً عن آلة الإعلام وعن رجال الصحافة. حالة نادرة - كما يقول - لأرنب ينوم الثعبان مغنطيسيا!.

شهد سقوط آل هابسبورج. كانت الملكية عندما فتح عينيه على الدنيا فى وضع مقلقل. تذكر خطابا من خطابات هاينريخ فون كلايست (تاريخه ١٦ نوفمبر ١٨٠٠)، إذ كان يمر من تحت بوابة على شكل قوس، فكتب «تفكرت، لماذا لا ينهار هذا القوس وليس ثمة ما يدعمه على الاطلاق؟ وأجبت: إن البوابة قائمة لأن كل أحجارها تريد أن تسقط فى نفس الوقت!».

ثمة علاقة سحرية ربطته باللغة منذ الصبا. يقول أنْ لا أحد يكتب الآن، من يكتبون لا يشبهون إلا كلاب بافلوف، سوى أن لعابهم يسيل دون أن يسمعوا الجرس. اللغة هى الموهبة الغامضة التى تميز الإنسان عن الحيوان، وهى التى تميز شخصا عن آخر، هى أصدق مرآة تعكس التقدم والتدهور. لو أنه مُنح حياة ثانية لاختار دراسة اللغة. وانشغل فعلاً بدراسة اللغات، فعلّم نفسه نحو خمس عشرة لغة.

كان يعشق الطبيعة وهو صبي. كانت هي دم الكون وعظامه، فجره وغسقه، ازدهاره واندحاره، سماءه وقبره. كانت عنده، مثلما كانت عند الشاعر الإنجليزي جيرارد مانلي هوبكنز: نار هرقليطس، الجوهر الأول. كان يجلس طفلا في الغابة الشاسعة سعيدًا، يتلذذ بضخامتها دون أن يتساءل عن أسماء الأشجار. كان يرى الغابة، لا الأشجار. كان في الحق يصلح أن يكون رسامًا أو شاعرًا.

في الأمسيات وفي الليالي، كثيرًا ما كان يمشي مع صديقه ألبيرت فوكس في شوارع فيينا الجميلة، يتحدثان طويلاً عن الكتابة: ما الذي يجعل النص أصيلاً؟ ما الذي يجعل القصيدة رائعة؟ فرق كبير بين أن تعرض وبين أن تعبّر. العبقري وحده هو من يستطيع أن يعبّر، لكن كل موهوب يمكنه أن يعرض. هذا ما توصلا إليه، وهذا ما بقي معه طول عمره. أنت تستطيع أن تترجم ما يُعرض، لكنك أبدًا لن تستطيع أن تترجم «التعبير». يسهل أن تترجم توماس مان، ويصعب أن تترجم رامبو.

كان حلما، ولا فائدة ترجى من الحلم إذا لم تكن تعرف أنك تحلم. كان موهوبا في أشياء كثيرة، ومن ثم كان عطِلا من المواهب! كان - كما يقول - كسولاً خجولاً، ينصب شباكه حيث لا تمشي فريسة، يطفو متراخيا إلى حيث يأخذه التيار، فإذا توقف التيار توقف هو الآخر وارتبك. كان يحلم ببرج عاجي قصي - به مكيف هواء، ومزود بالماء الساخن والبارد. «كل ما يريده الفرد منا في صباه هو أن يقهر ذلك الوحش الأسود الرهيب الذي يُسمى المستقبل».

هل يتغير الفرد منا فى حياته؟ كلا - فكما بدأت ستبقى، كما يقول هولدرلين فى قصيدته «الراين».

أيام الشباب

حصل شارجاف على الدكتوراه فى الكيمياء الحيوية من جامعة فيينا عام ١٩٢٨. كانت المهمة الأولى للجامعات الأوروبية - فى ذلك الحين على الأقل - هى إصدار الشهادات. فإذا نظر إلى الوراء، تأكد أنه لم يتعلم كثيرا من أساتذته. الطريق إلى قِمة الجبل فى العلم تمهده خطابات التوصية وهمسات الأصدقاء عند اللقاء والأحاديث التليفونية أثناء الليل. لم يستطع أن يستفيد من هذا كله. تقدم ليعمل كمساعد باحث فى جامعة ييل الأمريكية، فقُبل طلبه، وكان عليه أن يبدأ العمل فى أكتوبر ١٩٢٨. يتزايد خوفه كلما اقترب موعد سفره. كان يخشى الحياة فى دولة يقل عُمرها عن عُمر معظم دورات المياه فى فيينا! وصل إلى نيويورك بجواز سفر يحمل لقب دكتور قبل اسمه، وتأشيرة دخول لطالب. قبض عليه على الفور، وحوكم بعد يوم أو يومين وحُكم بترحيله: إذا كان دكتورًا فهو لا يمكن أن يكون طالبا، وإذا كان طالبا فكيف يمكن أن يكون دكتورا؟ أرسل برقية إلى الجامعة فخرج بعد يومين وسافر إلى نيوهافن ليقابله على المحطة أستاذ الكيمياء. فى حجرته وجد لوحة كتب عليها «فليعشش عصفور السعادة الأزرق فى بيتك». حركت اللوحة مشاعره. كانت الطيور فى بلده النمسا قد غدت رمادية.

فكر كثيرا فى معنى أن يقال إن شخصا ما «بلا جذور». لم يستطع عندما قرأ هذا التعبير لأول مرة وهو صغير أن يفهمه. فالإنسان ليس نباتا.

لكنه عرف الآن أن الإنسان بالفعل نبات. إننا نذبل إذا حرمنا من التربة التى نمد فيها جذورنا. المتدين جذوره فى دينه. التقاليد يمكن أن تكون جذورا. القومية كذلك. والوطنية أيضا. ولقد تحول العلم عند الكثيرين ليصبح البديل الذى يبقيهم أحياء. كان عمره عندما وصل أمريكا ٢٣ عاما. أحس بأنه لقيط ألقى أمام بوابة. لقد ترك كل شيء خلفه.

هو لم يأت كمهاجر. لكن نيويورك صدمته. كانت أصواتها المشئومة وضجتها قاسية عليه للغاية. لم يتحمل النبض العصبى لمدينة أبدا لم تنم، لأنها أبدا لم تكن يقظانه. ظل يمشى الساعات الطويلة فى شوارع حزينة يبحث عن وجه إنسان. وما رآه أصابه بالذعر. يبدو أن العالم الجديد قد اصطنع لنفسه ملامح جديدة: فارغة أحيانا، حزينة أغلب الوقت، فاترة الهمة أو مشوهة تحمل بسمة شاحبة. الناس فى كل مكان يبدون تعساء، كأنما يحاولون أن يقولوا شيئا استعصت عليهم كلماته. يهرعون يختبئون فى يأس من مصير لا يعرفون إلا أن اسمه الفقر. فإذا سمع شيئا يبدو كالضحك، استدار فلم يجد حوله إلا أوجها سوداء. إنه الآن فى بلد يحمل فيه الفقراء فقرهم على صفحات وجوههم. يا ترى هل كان مثل دانتى الذى وصف الجحيم بشكل يفوق كثيرا وصفه للجنة – لأنه عاش فى الجحيم فنسى الجنة؟

مكث بقسم الكيمياء فى جامعة ييل سنتين أجرى فيهما أبحاثا على التركيب الكيماوى لبكتريا السل وغيرها من الميكروبات ونشر سبعة أبحاث. فى هذه الفترة عاد إلى فيينا ليرجع بخطيبته فيرا ويتزوجا فى نيويورك. حاول بعد نهاية السنتين أن يجد مكانا آخر فى زيوريخ أو فى

موسكو – فقد كان يتوق إلى العودة إلى أوروبا – لكنه فشل، فعاد إلى فيينا. «حالة نادرة يعود فيها الفأر إلى السفينة الغارقة». ثم وجد مكانا في جامعة برلين ليقضي فيها أسعد أيام حياته من أكتوبر ١٩٣٠ حتى أبريل ١٩٣٣. كانت ألمانيا آنئذ في محنة اقتصادية رهيبة، وكان ثمة غشاء من الزيف يغلف كل شيء، وثمة تعاسة غريبة في أعين الناس. بدا العالم في ذلك الوقت أعقد من أن يتحمله بشر. لم يعد أمام الناس إلا التفكير في الهروب، الهروب الأعمى إلى الجنون أو العنف أو التخريب.

في جامعة برلين قابل الكثيرين من العباقرة: فريتس هابر، أوتو فاربورج، ماكس بلانك، وأدرك أن العباقرة يتعلمون بما يشبه التناضح (الأسموزية). ثم وصلته دعوة من معهد باستير في باريس فسافر وزوجته إليها في أبريل ١٩٣٣، حيث استمتع بذلك المرح «البحر أوسطى»، وبالمشي مع زوجته في شوارع باريس العتيقة الجميلة.

وفي نهاية عام ١٩٣٤ أبحر وزوجته – يا للعجب – إلى أمريكا ثانية، إلى كلية الطب بجامعة كولومبيا، حيث بقي إلى أن أحيل إلى التقاعد.

في جامعة كولومبيا

بدأ في هذه الجامعة العمل على تجلط الدم فنشر ما بين عامي ١٩٣٦ و ١٩٤٨ عددًا كبيرا من البحوث في هذا الموضوع. «تجلط الدم آلية وقائية غاية في الخطورة، لكن ثمة تناقضا غريبا هنا: لابد أن يبقى الدم في الجسم سائلاً، فإذا نزف فلابد أن يتجلط، وإلا كان هناك مرض ما». حاول طول عمره أن يؤكد هذه الصفة الجدلية لعمليات الحياة. ذاع صيت هذه الأبحاث ثم نُسيت. تمضي الحقائق والمفاهيم العلمية إلى عالم النسيان

قبل أن تُدرك قيمتها الحقيقية. تتكاثر الحقائق الجديدة والمفاهيم الجديدة ثم تُستبدل بعد سنة أو سنتين لتحل محلها أخرى أكثر طزاجة. تسارعت خطى العلم كثيرًا خلال فترة حياته، حتى ليصبح الجديد تاريخيا ولما يجف مداد طباعته، وليصبح حتى على شباب العلماء أن يكافحوا من أجل البقاء.

كان كل بحث يُنْشر يحمل في ذيله قائمة من مراجع تعود ٤٠ أو ٥٠ سنة إلى الوراء، كان الكاتب يحس عندئذ أنه ينتمي إلى تقاليد عريقة تنمو في هدوء بمعدل يمكن للعقل البشرى أن يستوعبه، وتتلاشى بمعدل يمكن له أن يقبله. كان للعلم بُعْد بشرى. أما اليوم فتولد معظم البحوث ميتة، مجرد أخبار لا تكاد تعيش يوم ظهورها. لم تعد التقاليد العلمية تعود أكثر من ثلاث سنوات أو أربع. المسرح هُوَ هو، لكن المناظر تتغير بسرعة، كحلم رجل محموم، ما أن توضع ستارة خلفية في مكانها حتى تُستبدل بها أخرى مختلفة تماما.

لا يريد شارجاف في كتابه أن يحكى للعامة بالتفصيل عما أجراه من بحوث، فالأغلب أن يقولوا ما قاله شاه إيران وهو يرفض دعوة الإمبراطور فرانتس يوسف كي يشهد معه سباق خيل: «أن يكون هناك حصان أسرع من الآخر، هذا أمر أعرفه من زمان. ثم إننى لا أهتم بمعرفة أيهما الأسرع!». والمهمة الحقيقية للعلم هى أن يعرف «أيهما الأسرع».

وبدأ يعمل على الدنا

في عام ١٩٢٨ نشر فريدريك جريفيث الإنجليزى بحثا خطيرًا بيَّن فيه أنه إذا حُقنت في فئران بكتريا حية غير ضارية ومعها مستحضر

مقتول من بكتريا ضارية، ظهرت الآثار المميتة على الفئران. سميت هذه الظاهرة باسم «التحول البكتيرى». ثم أوضحت التجارب فيما بعد أن البكتريا الضارية تحوى مادة يمكنها أن تحول البكتريا غير الضارية إلى ضارية، تحولاً مستديمًا يورث.

وفى عام ١٩٤٤ ظهر بحث لأوزوالد إيفرى وآخرين عن الطبيعة الكيماوية للمادة التى تحفز هذا التحول البكتيرى. تمكنوا من عزل هذه المادة – وكانت هى الدنا. كان ايفرى فى ذلك الوقت قد بلغ السابعة والستين من العمر – حالة نادرة جدًا لعجوز يقع على كشف علمى ضخم. رأى شارجاف بثاقب نظره أن بهذه المادة تكمن قواعد النحو والصرف لعلم البيولوجيا.

هناك شىء يجمع الكائنات الحية جميعا عند الفحص البيوكيماوى – ذاك أنها تتألف أساسًا من أربع مجاميع من مركبات رئيسية: البروتينات والكربوهيدرات والدهون والأحماض النووية. درست المجاميع الثلاث الأولى بنجاح فترة طويلة، أما الأحماض النووية (ومنها الدنا) فلم تحظ بما تستحقه من بحث.

بدأ شارجاف عام ١٩٤٥ بفكر جديا فى الأحماض النووية، لكنه لم يجد فيمن حوله من يتحمس للعمل فى هذا الموضوع. يصعب على الناس أن يخرجوا عن المفاهيم الذائعة المقبولة، الآمنة.

نشر عام ١٩٥٠ بحثا أوضح فيه أن الدنا من الحيوان والميكروبات يحتوى على نسب من مكونات (أو قواعد) نيتروجينية أربعة: الأدنين

(أ) . الجوانين (ج) ، السيتوزين (س) ، الثايمين (ث). يختلف الدنا على ما يبدو باختلاف النوع، لا النسيج. هناك إذن عدد هائل من الأحماض النووية (الدنا) مختلفة البنية، عدد لا شك أكبر من أن تكشفه كل طرق التحليل المتاحة. وجد أيضا أن نسبة (أ + ج) إلى (ث + س)، وأيضا نسبة أ إلى ث، وكذا نسبة ج إلى س، كلها لا تختلف كثيرا عن الواحد الصحيح. لم يلحظ عمره مثل هذا التساوى فى الطبيعة! أصابه من الارتياك أكثر مما أصابه من السعادة. وفى عام ١٩٥١ ألقى محاضرة أكد فيها صراحة اختلاف الدنا بين الأنواع، فهذه تختلف فى مدى سيادة زوج القواعد أ - ث على زوج القواعد س - ج. لم يكن لبحثه المنشور على ما يبدو وقع كبير، بل إنه يرى أن أكثر من استفاد منه (يقصد واطسون وكريك) لم يشيرا إليه - وهو يعتقد أن هذا قد يكون متعمدا.

فى مايو ١٩٥٢ كان عليه أن يلقى محاضرة فى جلاسجو باسكتلنده، فعرج على كيمبريدج، وهناك طلب منه أن يقابل اثنين فى معمل كافنديش يحاولان مع الأحماض النووية. قابلهما (واطسون وكريك) وكان انطباعه عنهما غاية فى السوء. كانا يريدان - ولم يعوقهما جهلهما بالكيمياء - أن يوائما الدنا فى صورة لولب. دفعهما إلى ذلك على ما يبدو نموذج لولب ألفا للبروتين الذى ابتكره لينوس بولنج. رأى فيهما طموحًا جارفا وعدوانية، يصطحبهما جهل مطلق بعلم الكيمياء.

يقول إنه أخبرهما بما يعرف. لو كانا قد سمعا بما أعلنه قبلا عن قواعد الاقتران (أ دائما تقترن مع ث، وس دائما مع ج) فإنهما قد أخفيا ذلك عنه. ولما كانا لا يعرفان الكثير عن أى شىء، فإن ذلك لم يُثِر

عجبه. ذكر لهما محاولاته الأولى لتفسير العلاقات التكاملية. وهو يعتقد تماما أن نموذج اللولب المزدوج للدنا (الذى حصل به واطسون وكريك على جائزة نوبل) قد جاء نتيجة لحديثه معهما.

عندما نشر واطسون وكريك سنة ١٩٥٣ بحثهما القصير عن اللولب المزدوج، لم يعترفا بمساعدته لهما، وإنما أشارا إلى بحث له قصير ظهر عام ١٩٥٢. لم يذكرا ما نشره عام ١٩٥٠ و ١٩٥١. وبعد أن ذاع أمر نموذج اللولب المزدوج، سئل شارجاف: لماذا لم يكتشفه هو؟ لماذا تضيع منه نوبل هكذا؟ فقال إنه كان مغفلا حقا! لو عملت معه واحدة مثل روزاليند فرانكلين، فلربما تمكن منه فى ظرف عام أو اثنين، ولما ضَخَّم هو من شأن هذا اللولب ليصبح ذلك الرمز الذى حل لدى الكثيرين محل الصليب!

من يكون هيروستراتوس؟

عندما احترف معبد آرتمسيون في إيفيسوس - أحد عجائب الدنيا القديمة - عام ٣٥٦ قبل الميلاد، اعتُقل شخص اعترف بأنه أحرقه كى يخلد اسمه! أصدر القضاة حكما بأن يظل اسمه مجهولاً. وبعد فترة قصيرة من صدور الحكم ادعى أحد المؤرخين أن اسم الرجل كان هيروستراتوس. ولا أحد يعرف إن كان هذا هو الاسم الحقيقى للرجل.

وعندما ذكر شارجاف اسم هيروستراتوس فى مقال أرسله للنشر، اتصل به المحرر قائلا إن أحدًا فى مكتب التحرير لم يسمع بهذا الاسم. لقضاة إيفيسوس أن يرتاحوا! يقول شارجاف «إذا كان هيروستراتوس قد اكتسب

الخلود لأنه أحرق معبد آرتمسيون، فالواجب ألاّ يُنسى ذلك الرجل الذى أعطاه أعواد الثقاب! ولقد كنت ذلك الرجل».

هو يخشي أن يساء فهمه إذا قال إن كـل الاكتشـافات، أو الفتوحـات العلمية كما يسميها البعض، تحمل عنصرا هيروستراتوسيا! لم يكـن أحـد ليلحظ هذا عندما كان العلم صغيرًا وضعيفًا. من اكتشـف النـار؟ مـن صـاغ مفهوم الزمان؟ أو القوة؟ تبقى أسماؤهم مخبوءة فى الضباب القديم. وتظـل عنده الأسماء الثلاثة الكبيرة فى علم البيولوجيا خلال المائة عام الأخيرة: داروين، مندل، أيفرى.

العلم فى زماننا

أصبح الدنا هو رمز عصرنا، سلم حلزونى نرجو أن يهدينا إلى السـماء. تم ترويجه بشكل مذهل. استخدم كشعار. رسم على أربطة العنـق. زُينـت به أوراق الخطابات. وُضع كتمثـال خـارج المبـانى. لم يعـد معظـم الطلبـة يدرسون الطبيعة، إنما هم يختبرون نماذج! تحولت دراسة الحياة، تلـك الرقيقة الحنون، واستبدلت بها بحوث محمومة صاخبة، وامتلأت المعامل والمؤتمرات بنوع جديد من العلماء. سئل شارجاف: ألم تسـاهم ولـو بقـدر ضئيل فى هذا؟ فأجاب «والله ما قصدت هذا أبدًا».

تضخم العلم – ذاكرة البشر المتراكمة – حتى لم يعد أحد قادرًا على أن يعرف ما يكفى عن موضوعه، وظهرت فئة من العلماء لا يفعلون أكثر مـن الجلوس فى اللجان. وليس ثمة إبداع عقلى يتم بـلا جـهد، قصيـدة كـان أو عملا موسيقيا أو صورة زيتية، لكـن هنـاك الآن مـن «الفتـوح العلميـة» ما لم يبـذل فيـه مجـهود علـى الإطـلاق. وظـهر مـن يظـن أن البيولوجيـا

الجزيئية تمثل كل علوم الحياة. وهذا غير صحيح إلا بالمعنى السطحي القائل إن كل ما نراه في هذا العالم مؤلَّف من جزيئات. لكن، هل هذا كل شيء؟ هل نستطيع أن نصف الموسيقى بقولنا إن كل الآلات الموسيقية مصنوعة من الخشب والنحاس.. إلخ، وننسى الأصوات؟ إن في الموسيقى شيئا أكبر، شيئا في عقل مؤلفها يدفعه، هناك موسيقى دون كل هذا الخشب والنحاس. وكذا الأمر في العلم. العالم الحق يحثه ويدفعه إحساس غامض كذلك الذي يدفع اليرقة إلى أن تصبح فراشة «قوة ترى في عماء، تسمع في صمم، تتذكر بلا وعي». يقول شارجاف إنك لن تكون عالما إذا لم تَخْبر تلك الرجفة الباردة تسرى في نخاعك، إذا لم تواجه ذلك الوجه الهائل غير المرئي فحركتك أنفاسه وبكيت. قلة ممن يدخلون حقل العلم يصبحون علماء، ويتحول الباقي إلى «أخصائيين» ذوي رؤية ضيقة.

عندما سئل عن مستقبل العلم قال إن العلماء يواجهون مأزقا: هناك في ناحية جمالُ العلم ونظامه وانفتاحه وفتنته التي تأسر العقل الذكي الباحث. وهناك من ناحية أخرى تلك الأغراض اللاإنسانية التي استُخدم فيها، ثم وحشية التفكير والخيال التي نجمت عنه، وعجرفة ممارسيه. ليس بين الأنشطة الذهنية البشرية مثيل له في هذا. الفن والشعر والموسيقى لا تمنح قوة ولا سلطة، لا يمكن استغلالها ولا يمكن إساءة استخدامها. لو كان لموسيقى الموشحات الدينية أن تقتل، لدعَّم البنتاجون البحوث في الموسيقى من زمان طويل. إذا كنت واقعيا فستعطى الاهتمام لوجهي المأزق، وإن كنت يوتوبيا اتجهت فقط إلى الناحية المشرقة وتجاهلت أي ظلال سوداء قد يلقيها الحاضر. وهو يميل إلى الخيار

الواقعى، ويرى أننا سنشطًى رؤيانا للطبيعة أكثر وأكثر، ستتكاثر التخصصات، وتتباعد فروع العلم عن بعضها أكثر وأكثر، وتتزايد تكاليف حفظ المؤسسة العلمية وتوسيعها، وتزداد الهوة ما بين ادعاءات العلم ومنجزاته.

فإذا كان هدف العلم أن يعلمنا حقائق الطبيعة، أن يكشف لنا الغطاء عن واقع العالم، فإن نتيجته لابد أن تكون حكمة أكبر، وحبا أعمق للطبيعة، وعشقا مضاعفا لقوة الإله، ومساهمة فعالة فى القضاء على شقاء البشر. لكن العلم فى رأيه قد تحول من مهمة صُممت لتفهم الطبيعة، إلى محاولة تفسير الطبيعة، ثم التحسين عليها، ومن ثم مضى العلم يؤكد على الناحية الميكانيكية. والتأكيد على الآليات قد أنتج واحدة من لعنات هذا العصر: الخبراء! أصبح الطبيب ميكانيكىَّ أجساد، أصبح البيولوجى ميكانيكىَّ خلية، وإذا لم يكن الفيلسوف قد تحول بعد إلى ميكانيكىَّ مخ، فليس ذلك إلا دليل تخلفه!

عندما تقاعد

فى ٢٠ نوفمبر ١٩٧٥ كان عليه أن يتقاعد. كان معمله مجهزًا جيدًا. ولديه مكتبة علمية ضخمة، وقدر كبير من الأوراق البحثية والمراسلات جمعها فى أربعين عاما. وكان ثمة خزانة تحوى مستحضرات تحتاج إلى عناية خاصة، فتركها ليوم تال.

خرج، وعندما عاد لم يستطع الدخول. كان بعضهم قد غيَّر الأقفال جميعا!

(٤)

الإجهاض وعلم الوراثة الحديث

فى جريدة الأهرام الصادرة يوم ٢٣ يناير ١٩٩٧ ظهر تحقيق صحفى قصير، مزود بأربع صور، عنوانه «مأساة طفل يأكل بعضه! الأب يطلب رأى المفتى فى قتل ابنه ليريحه من العذاب».

يصف الكاتب - أيمن مهدى - فى هذا التحقيق حالة طفل عمره ٨ سنوات أجمع الأطباء على أنه مصاب «بتخلف عقلى وراثى من ناحية الأم». يقول التحقيق إن لهذا الطفل شقيقا مات بنفس المرض منذ خمس سنوات. الطفل لا يتكلم ولا يمشى، ولابد من تكتيفه لأنه يأتى بحركات متشنجة يصعب السيطرة عليها. وهو لا يستطيع القعود أو الوقوف إلا على أطراف أصابعه. كما أنه لا يستطيع النوم إلا إذا ربط بالسرير. والأكثر إثارة للألم أنه يعض على شفتيه حتى تآكلتا (كما تبين الصور)، ويعض يديه حتى تدمى. يقول الأب «هل أقتل الطفل؟ فى قريتى كثيرون طلبوا منى هذا، فهل من فتوى تحل قتل ابنى حتى يستريح؟ تعبت وتعبت، تعذبت وتعذب، ولم يعد أمامى إلا هذا الحل».

بعد قراءتى هذا التحقيق بشهور كنت بالخارج، وعلى شاشة التلفزيون الألمانى شاهدت بالصدفة برنامجاً عرضت فيه حالة لها بالضبط نفس أعراض الطفل المصرى التى ذكرت بجريدة الأهرام.

الطفل مصاب بمرض وراثي مرتبط بالجنس لا يصيب إلا الذكور، اكتشفه عام ١٩٦٢ عالم الوراثة الفذ ويليام نيهان أستاذ طب الأطفال بجامعة كاليفورنيا، ومعه تلميذه ميكائيل ليش، وأطلق عليه اسم «متلازمة ليش نيهان».

مرض ليش نيهان والنقرس

يولد مثل هذا الطفل طبيعيا، لكن حالته تتدهور قبل عيد ميلاده الأول: فإذا بلغ عمره ثمانية أشهر توقف نموه العقلي عادة، واضمحلت ذراعاه ورجلاه لتصبح مترهلة رخوة. في الليل يصرخ في ألم رهيب من نوبات التهاب المفاصل حتى يخشى المسكين - وأهله معه - حلول الظلام. وعندما يبدأ في التسنين نجده وقد تملكه دافع طاغ لا يقاوم لأن يعض نفسه بضراوة - يمضغ شفته، يقرض أصابعه، يهاجم من يحاول أن يمنعه. لا بد أن يبقى الصبي مقيداً طول عمره وإلا شوه نفسه، فإذا تحرر فقد يأكل أصابعه ويقطعها إلى مزق. أتركه طليقاً لفترة قصيرة وستجد الدم يملأ المكان. لا بد أن تربط يداه ورجلاه طول الوقت، فهو لا يهدأ إلا إذا حميناه من نفسه.

بعد فترة يصيبه الشلل فلا يستطيع الوقوف أو الجلوس دون مساعدة. أما بوله فيصبح مشبعاً ببلورات حادة دقيقة يمكنها أن تجرح، فيغدو البول مدمماً - اكتشف العلماء أنها بلورات حمض اليوريك، وأن تركيزها مرتفع جداً. وهذه البلورات دلالة مؤكدة على مرض النقرس. نقرس، في طفل؟ أمر غير معقول. هذا مرض يرتبط بأسلوب التغذية يصيب الكبار

والعظماء من أمثال الإسكندر الأكبر، وبيجامين فرانكلين، واسحق نيوتن، وتشارلز داروين، ومارتن لوثر، وجون ملتون!

يعالج مرض النقرس بعقار أللوبيورينـول allopurinol الـذى يخفض كمية حمض اليوريك فى البول والدم. فإذا استخدم أطفال ليش نيهان هذا العقار، فإنه يخفض بالفعل تركيز هذا الحمـض ويسمح للصغار بالحياة ربما حتى ثلاثينات العمر بدلاً من الموت بعد بضع سنين تعيسه - لكـن، من المستحيل أن يصلح العقـار الأعـراض العصبيـة للمرض حتـى لـو بـدأ العلاج بعد الولادة بوقت قصير. غير أن زيادة حمض اليوريـك فـى هـؤلاء الأطفال - فى ذاته - لا تفسر المرض.

يصـاب أطفـال ليـش نيـهان بـالنقرس لأنـهم ولـدوا وليـس بجـهازهم الوراثى الجين السليم الذى يشفر لإنزيم اسـمه هجبرت، يتسـبب غيابـه فى تراكم حمض اليوريك فـى الجسـم. هـم يفـرزون مـن حمـض اليوريـك كميات تفوق عشرة أضعاف ما يفـرزه مرضى النقرس - كما قال نيـهان وليش سنة ١٩٦٤.

إنزيم هجبرت

نعرف أن الجهاز الوراثى البشرى (الجينـوم) يحمـل نحـو مائـة ألـف جين ينتظمها ٤٦ كروموزوما تحمل الدنا (مادة الوراثة) فى نواة كل خلية من خلايا الجسم التى يبلغ عددها ٦٠ - ١٠٠ ألف بليون خلية. لا تعمل كل هذه الجينات فى كـل الخلايـا. لكـن يبـدو أن الجـين المشـفر لإنزيـم هجبرت جين فى غاية الأهمية، فهو يعمل فى كل خلايا الجسم، بل إن خلايا المخ تنتج منه ٥٠ ضعف ما تفرزه أية خلية أخـرى. فـإذا انخفض

إنتاج هذا الإنزيم تزايدت الدهون بالجسم، وأصيب الفرد بالتهاب المفاصل ومتاعب الكلية. أما إذا غاب الإنزيم فإن آلية الجسم تتجه لتنتج من حمض اليوريك عشرين ضعف القدر الطبيعي - ويغيب الإنزيم إذا حدثت طفرة فى الجين المشفر له تفسد تركيبه.

تمكن علماء الوراثة الجزيئية من تحديد موقع الجين المسئول عن إنزيم هجبرت على كروموزوم الجنس - وهذا هو الجين الذى يحمل أطفال ليش نيهان طفرة معيبة منه. ولأنه مرتبط بالجنس فإن الأم تنقله إلى الذكور من أبنائها - ولا ينقله الأب أبداً. إذا عرف موقع الجين وتركيبه أمكن أن تصنع مجسات من الدنا نستطيع بها أن نكشف عن وجوده بالجهاز الوراثى للأجنة من أى عمر.

المجسات الوراثية

والواقع أنه قد أمكن حتى الآن إنتاج مجسات دناوية لكشف ما يزيد على المائة من أمراض الإنسان الوراثية الخطيرة، بعد أن عرفت مواقع جيناتها على الكروموزومات، وعرفت تتابعاتها - من بينها مرض التليف الكيسي، ومتلازمة ليش نيهان، ومرض تاى‌ساكس، ومتلازمة كروموزوم س الهش. أصبح من الممكن للمرأة التى تشك فى احتمال أن يكون الجنين الذى تحمله مصابا بهذا المرض الوراثى أو ذاك، أن تختبر دنا الجنين بالمجس الملائم فتعرف. والمجس الدناوى لا يتطلب إلا قدراً ضئيلاً للغاية من دنا الجنين. وهناك الآن تقنية تؤخذ فيها خميلة واحدة من الخمائل المشيمية - بروز واحد من البروازات الإصبعية الشكل الناتئة من الأنسجة الجنينية التى تتخلل رحم الأم وتكوّن المشيمة - وذلك بعملية يمكن أن

تتم فى عشر دقائق لا أكثر دون تخدير، والجنين عمره لا يتجاوز الأسبوع. توفر مثل هذه الخميلة من دنا الجنين ما يكفى لاستخدام المجسات الوراثية لكشف ما قد يوجد به من جينات معيبة. ومعنى هذا أنه قد أصبح في مقدور المرأة أن تعرف في المراحل الأولى من الحمل إن كان الجنين مصابا بالمرض الوراثي الذى تخشاه - لتواجه مشكلة خطيرة يتعين عليها أن تحسمها إذا كانت نتيجة الاختبار إيجابية: هل تجهض؟ إن الحد الأمن لإجراء الإجهاض هو ٢٠ أسبوعاً من الحمل، وها قد وفرت البيولوجيا الجزيئية والتكنولوجيا وسيلة تمكن المرأة الحامل من اتخاذ القرار في وقت أبكر من هذا بكثير.

حتى لا نقتل بيتهوفن

روى أن طبيبا سأل زميلا له

- أب مصاب بالزهرى، وأم مصابة بالسل، أنجبا أربعة أطفال: الأول أعمى، ومات الثاني، وكان الثالث أصماً أبكم، أما الرابع فقد أصيب بالسل. والأم الآن حامل، فبماذا تنصحها؟

- لن أتردد في أن أنصحها بالإجهاض!

- لتكون بذلك قد قتلت بيتهوفن!

حمدا لله أن أم بيتهوفن لم تلجأ إلى مثل هذا الطبيب تستشيره، إذن لفقدت البشرية هذا العبقرى. لكن لمثيلتها اليوم أن تلجأ إلى المجسات الدناوية للتأكد من أن الجنين لا يحمل المرض الوراثي الذى تخشاه، لتنقذ بذلك أمثال بيتهوفن!

واتخاذ قرار بالإجهاض أمر خطير ومرعب بالنسبة لكل حامل، وبالنسبة لزوجها أيضاً - حتى إذا سمح به المجتمع. لكن أمن حق المجتمع مثلا أن ينكر على امرأة تحمل جنيناً مصاباً بمرض ليش نيهان أن تجهض الجنين، ليتركها وحدها، هى وعائلتها، تتلقى عذاباً لا قبل لأم به إذ ترى ابنها «يأكل بعضه»؟ ومن ناحية أخرى، أمن حق المجتمع أن يسمح بولادة طفل كهذا لن يجد في حياته القصيرة سوى العذاب والآلام؟ هل من حق الأم أن تلد للمجتمع ولعائلتها طفلا عرفت مقدماً أن أباه قد يطلب فتوى تحل قتله ليتخلص من العذاب؟

يثير العلم دائما قضايا اجتماعية جديدة لم يسبق للانسان أن واجهها. ولعل مشكلة الاجهاض هى أخطر المشاكل التى ولدها التقدم الهائل في علم الوراثه الجزيئية، وهى مشكلة غاية فى التعقيد يلزم أن يتصدى لها المجتمع. رجال الدين، والمؤسسه الطبية، وعلماء النفس والاجتماع والفلاسفة. لقد مكننا العلم من «التنبؤ» الصحيح، من أن نعرف مبكراً مايخبئه الجهاز الوراثى للجنين من أمراض وراثية، فوضعنا بذلك أمام معضلة جسيمة علينا أن نحسمها.

ماذا يقول معارضو الاجهاض ؟

إذا ماكان الجنين يحمل جينات - مثل جين ليش نيهان - تسبب العذاب والآلام لحاملها ولأسرته، فهل الاجهاض هنا يعنى الرحمة بالوليد وبأهله؟ الكثيرون يرون أن عملية الاجهاض، مهما كانت الدوافع

وراءها، هى عملية قتل، ازهاق روح، تحطيم متعمد لحياة شخص لم يولد. عمليه مهينة تحط من قيمة الحياة البشريه أثمن مافى الوجود. المجسات الوراثية التى طلع علينا بها علم الوراثة الحديث ليست عندهم سوى سلاح جديد من أسلحة الشر التى يفاجئنا بها العلم كعادته. إنها تحيل الإنسان إلى سلعة، بضاعة، يلزم أن تفحص قبل أن تنتج وتعرض. ليستبعد منها ماهو غير مطابق «للمواصفات». من سيضع هذه المواصفات؟ ألا تقود هذه المجسات حقا إلى «يوجينيا» جديدة تسلحت بالعلم الحديث، تعيد الحياة مرة أخرى إلى تلك الفكرة الجهنمية لإنتاج السوبرمان التى استولت على أذهان المفكرين والنازى فى العقود الأولى من هذا القرن؟ (انظر مقالا عن اليوجينيا لهذا الكاتب فى عدد نوفمبر ١٩٩٤ من مجلة «الهلال»). أهى اليوجينيا إذن تدخل علينا من الباب الخلفى وقد ارتدت ثياب العلم ، متخفية تحت اسم " اليوجينيا اليوتوبية " لتذيع الدمار مدعية أنها تسعى إلى تقليل آلام الإنسان ـ القتل باسم الرحمة؟ هل سنعود إلى ماقاله يوماً هافلوك إليس: يلقى الرجل العطوف قرشاً للمتسول، أما الأكثر عطفاً فيبنى له ملجأ حتى لايحتاج إلى التسول، لكن ربما كان أكثرنا عطفاً هو من يدبر الأمر بحيث لايولد المتسول؟ نستبدل بالمتسول المريض بمرض وراثى؟

أية أمراض وراثية؟

إذا ما وافقنا على أن من حق المجتمع أن يسمح للأمهات بإجهاض الأجنة التى تحمل أمراضا وراثية، فأى الأمراض الوراثية نعنى؟ عمى

الألوان؟ قصر النظر؟ الشَّوَل؟ السكر الوراثى؟ هل نمضى لنجهض الأجنة الحاملة لمرض هنتنجتون الوراثى الذى لايقتل إلا فى نحو سن الأربعين (ومجسه الوراثى جاهز بالفعل منذ الثمانينات)؟ أو الحاملة لمرض ألزهايمر الذى يصيب الإنسان عادة بعد سن الستين؟ لو أنَّا استخدمنا المجس الوراثى الخاص بمرض FALS لأجهضنا الجنين الذى أصبح ستيفن هوكنج أستاذ الفيزياء الفلكية بجامعة كمبريدج - أشهر من سبر أصل الكون فى عصرنا. وماذا لو طلب أحدهم إجهاض الجنين لأن أعينه ليست زرقاء مثلا؟ فمن الممكن بالطبع أن تصنع مجسات وراثية تكشف لون العين فى الجنين. نحن نعرف على أية حال أن هناك فى البشر أكثر من أربعة آلاف مرض وراثى، وأن كل فرد منا يحمل فى المتوسط أربعة أمراض منها. لابد للمجتمع إذن أن يحدد الأمراض الوراثية التى يقبل فيها الإجهاض. لابد أن تكون هى الأمراض التى تقتل فى الطفولة، التى يعجز حاملها عن أن يرعى أموره وأن يتحمل مسئوليات حياته. أم ترى الواجب أن يترك القرار للأم الحامل - كما يرى الكثيرون - بعد أن يشرح لها بالتفصيل كل ماهو معروف عن المرض؟ لكن... أليس للجنين هو الآخر حقوق؟

يرى بعض رجال الدين أن الكشف الوراثى للأمراض بالأجنة قبل الولادة ، هذا التقدم العلمى الهائل، قد أصاب العلماء بالعجرفة والتكبر : أما تراهم الآن يحاولون أن يعترضوا على تصميمات الرب، فيدعون أنهم يصلحونها؟ يرى رجال الدين هؤلاء أنه من الضرورى أن تمنع من

الإجهاض حتى من يحملن أجنة ليش نيهان، ففى بطونهن أجنة، أشخاص لهم حقوق، يحملون أرواحا ليس من له الحق الشرعى فى أن يزهقها - لا الأم ولا حتى المجتمع .

لكن هناك من يرى أن فى هذا ظلم - أن تتحمل الأم وحدها وزر وجود جين ليش نيهان مثلا فى جينومها، وهو إثم بالقطع لم ترتكبه هى. ثم كيف يقال إن العلماء يصلحون تصميمات الرب؟ إن هذا بالقطع أمر لم يخطر ببالهم. هل من يقول هذا إذا رأى شخصا يرتدى نظارة طبية: أو يحقن نفسه بالإنسولين؟

بديل يهودى للإجهاض

هناك مرض وراثي خطير اسمه تاى ساكس ، يولد الطفل المبتلى به طبيعيا، ثم يبدأ جهازه العصبى فى التدهور خلال السنة الأولى من العمر، فيصاب بتخلف ذهنى وعمى وشلل ، ليموت فى عمر ٣ - ٤ سنوات. والجين المعيب الخاص بهذا المرض جين متنح غير مرتبط بالجنس ـ نعنى أن هذا المرض لايظهر إلا إذا حصل الطفل على نسختين منه، واحدة من الأب والأخرى من الأم. أما الفرد الذى يحمل نسخة منه واحدة فقط بجانب نسخة طبيعية (سائدة) فلا يبين عليه المرض لأن النسخة الطبيعية تحجب عمل النسخة المعيبة . ومثل هذا الفرد الأخير يسمى «حاملا» للمرض ، فهو يحمل الجين المتنحى المعطوب، ولا تظهر عليه الأعراض. وزواج اثنين من «حاملى» جين المرض يعطى نسلا ربعه فى المتوسط مرضى يحملون نسختين من الجين المتنحى المعطوب. فإذا أمكن

أن نمنع حاملى الجين المعطوب من الزواج فيما بينهم فلن يظهر بالنسل مرضى تاى ساكس .

أمكن بالطبع عمل المجس الوراثى لجين تاى ساكس بعد أن حدد موقعه وتتابعه الدناوى ليستخدم فى فحص الأجنة والأفراد. وقد اتضح أن واحدا من كل ٢٥ فردا من اليهود الاشكينازى يحمل نسخة واحدة من هذا الجين المعطوب، ومعنى هذا أن طفلاً واحدا من أطفال تاى ساكس سيولد من بين كل ٢٥٠٠ وليد اشكينازى – فى حين أن هذه النسبة فى عشيرة الغرب لاتتجاوز واحدا بين كل ٣٦٠ ألف وليد.

يعارض اليهود الهاسيديك الإجهاض، وقوانينهم الدينية تحرم حتى استخدام وسائل منع الحمل. لكن معظم الزيجات بينهم تنظم عن طريق وسيط. فى برنامج مسح واسع بأمريكا الشمالية – تلقى دعما من الجاليات اليهودية بالولايات المتحدة وكندا وبريطانيا وجنوب افريقيا ومن إسرائيل – تم على أوائل الثمانينات فحص ٣١٠ ألف يهودى فحصاً وراثياً باستخدام المجس الوراثى لتحديد حاملى جين تاى ساكس. بقيت البيانات سرية وأعطى كل شخص رقما. ثم كان أن وقف صانعو الزيجات ضد تزويج حامل للجين بحاملة للجين. نجح البرنامج نجاحا كبيرا، وتخلصت العشيرة تقريبا من ولادات تاى ساكس، إذ يكاد لايولد بينهم الآن طفل مصاب بالمرض.

لا إجهاض هنا. فقط نمنع الجنين المصاب من أن يكون – نمنع الزيجات التى قد تنجب مرضى. لكن أين سنجد العشيرة إلبشرية

الأخرى التى تقبل أن تتم فيها الزيجات هكذا عن طريـق وسـيط ؟ ومـاذا سنفعل فى الجينات السائدة – لا المتنحية – مثل جين مرض هنتنجتون؟

هل الجنين شخص ؟

هنـاك فريـق كبير مـن المفكريـن لا يعـارض الإجـهاض فـى الحـالات الصارخة من الأمراض الوراثية الخطيرة. كمثل مرض ليش نيـهان ومـرض تاى ساكس – وهم يبدأون بمحاولة تعريـف «الشـخص». هـل يمكننـا أن نعتبر الجنين شخصاً ؟ خصوصا فى المراحل الأولى من الحمل (التى يُسمح فيها بالإجهاض)؟ المعروف أن الجنين حتى عمر ٢٦ أسـبوعا لاتكـون لـه الاتصالات العصبية التى تمكنه من أن يشعر بالسرور أو بالألم. ومـا ليـس لـه شـعور ولا إدراك لا يعتـبر شـخصاً لـه حقـوق يمكـن أن تنتـهك بالإجهاض، فليس ثمة من يحمل هذه الحقوق. لكن إنكار حقوق الجنـين من ناحية أخرى يجعل الإجهاض أمراً هينا من الناحية الأخلاقية ـ وهـو بالتأكيد ليس كذلك، على الأقل بالنسبة لكل امرأة حامل.

قيمة الحياة البشرية

يقـول الفيلسـوف رونـالد دفوركـين إن تركـيز الجـدل حـول شَـخْصَنَة الجنين يغفل القضية الأسـاسـية. إن الاختـلاف حـول شـرعية الإجـهاض إنما يعود فى الأصل إلى اختلاف الأفكار حول قيمة الحياة البشرية. فمـن يحرمون الإجهاض كلية، أو من يرون أن يحد منه كثيرا، هؤلاء يعتـبرون أن حياة الإنسان قيمة مقدسة لابـد أن تصـان. أمـا الليـبراليون فـيرون أن

قيمة الحياة إنما تنشأ عما تم من استثمار بشرى فيها. وعدم إجهاض بعض الأجنة – تلك التى تحمل أمراضاً تميت أو تقعد – إنما يعنى التقليل من قيمة الحياة: حياة الآباء وحياة أطفال العائلة التى سيولد بها الصغير المريض. ستقل قيمة حياة الآباء وأبنائهم الموجودين، تلك التى استوعبت بالفعل استثماراً بشرياً كبيراً، وستكون الخسارة إذن أكبر بكثير مما نخسره بإجهاض حياة لم تصبح بعد حياة حقة.

قيمة الحياة عند الليبراليين يبتدئ تشكيلها منذ نشأة الفرد: تغذيته قبل الولادة وبعدها، الرعاية والحنان والحب التى يمنحها له الآخرون، السبل الذى سلكها الفرد لصياغة حياته، والاحتمالات التى فتحتها له جهوده . انظر إلى احساسنا بتراجيديا الموت. عندما تنتهى الحياة فى الطفولة أو فى الصبا الباكر، نأسى على ما ضاع سدى من الحب والرعاية والجهد، لكن احساسنا بموت «إنسان» لا يكون كبيراً. وإذا مات الشخص فى عمر متأخر أصابنا الحزن، لكنه حزن يدرك أن ما بذل من جهد قد أتى أكله – فلقد تحقق بالفعل ماكان محتملاً. أما الأكثر مأساوية فهو الموت فى سن النضج أو الشباب الباكر، عندما يكون ما بذل فى تطوير حياة الفرد وتشكيله قد أفصح عن نفسه فى احتمالات واضحة غدت على شفا التحقق ، ولمّا تتحقق. نقول إن إنساناً مات والعالم كله متفتح أمامه .

فإذا أوضحت اختبارات ما قبل الولادة أن الجنين يحمل مرضاً وراثياً خطيراً ثم قمنا بإجهاضه ، فسنجد أن ما بذل من استثمار إنسانى فيه قليل، وسيكون الحزن هنا قصيراً. إن إنهاء حياة جنين مثل هذا قبل أن

يصبح شخصاً هو في رأيهم أكثر احتراماً لقيمة الحياة – لقد منعنا التدهور الذي لا يمكن تجنبه لقيمة الحياة من أن يحدث، دون أن نعتدي على حقوق أحد.

غير أن البعض منا لايحب الحديث عن «استثمار» العواطف والحب في حياة شخص، ثم عن «عائد هذا الاستثمار» في صورة تحقيق ما هو كامن في الشخص وممكن. فهذا الحديث يعني ضمنا أن الحمل والولادة ليسا سوى خط إنتاج لسلعة اسمها الحياة، تخضع لاختبارات الجودة، فترفض إن كانت معيبة لم تستوف الشروط. ثم إنه قد يؤدي أيضا إلى ألا نمنح «المعيب» من الأفراد ما يستحقونه من الاحترام، بل وربما نحرمهم أيضا مما يحتاجونه منا من مساعدات في حياتهم .

العجوز والمؤتمر

في جلسة بأحد المؤتمرات الدولية خصصت للفحوص الوراثية قبل الولادة، وقف رجل عجوز من بين الحاضرين يطلب الكلمة. قال وهو يبكي: في عرضكم أبيحوا هذه الاختبارات وأبيحوا إجهاض الإيجابي منها. لي ابن أنجب لي حفيداً مصاباً بمرض وراثي رهيب. لقد تعذبت وتعذب ابني وزوجته عذاباً لا يحتمله بشر ، حتى مات الطفل، وخلف حزناً اختلط باللأسف بالراحة. ماذا لو كان قد مات جنيناً وكفانا هذا العذاب الذي أبداً لا يمكنكم أن تقدروه ؟

(٥)
عودة إلى دوللى

كـان خـبر ولادة الحمـل «دوللـى» الـذى نشر فـى ٢٧ فـبراير ١٩٩٧ بمجلة «نيتشر» خِبراً مذهلاً كتبتُ بعده بوقت قصير مقالاً سـريعًا ضمنتـه كل ما كان يدور فى رأسى آنئذ [أنظر كتاب «دفاع عـن العلـم»، سلسـلة اقرأ رقم ٦٢٥]. ثم توالت الأحداث وتباينت ردود الفعل من رؤساء الـدول ومن العلماء ومن عامة الناس. تشبكك البعض فى التجربة، حتي ثبت فى يوليو ١٩٩٨ أن دوللى بالفعل نسيخة، تماماً مثلما قـال ويلمـوت. بـدأت مراكـز بحثيـة كثـيرة فـى كـل الـدول المتقدمـة تجـرى الاستنسـاخ علـــى الثدييات: قردة وأغنام وأبقار وفئران. ظــهرت كتـب عديـدة، ربمـا كـان أهمها كتاب «الطريق إلى دوللى» لمؤلفته جينا كولاتا (وقد ترجمتُه). ولقـد فصل هذا الكتـاب كـل تـاريخ الإستنسـاخ مـن بداياتـه الأولى حتـى ولادة دوللى. اتضحت لى بانوراما رائعة تستحق أن يفرد لها هذا المقـال ألخـص الحكاية برمتها.

صدمة اسمها دوللى

الإنسان طول عمره يخشى إبداعاته، فكل إبداع حقيقى يقلل مـــن حجم الصدفة فـى حيـاة البشـر، يغـير العـالم بعـده، يحطـم تقـاليد موروثة، ونحن معظمنا عبيد مورثاتنا.

دوللى أصابتنا جميعا بصدمة، ودفعتنا إلى التفكير في قضايا فلسفية ودينية وأخلاقية كنا لا ندركها أو كنا أكسل من أن نفكر فيها. ولقد حدث مثل هذا أيضاً لما ولدت الطفلة لويز براون فى إنجلترا عام ١٩٧٨، عندما أخصبت لأول مرة بويضة خارج رحم امرأة، في المعمل. ورويداً رويداً نسى الناس حكايتها، تعودوا عليها ولم تعد تثير الذعر الذى أثارته عندما وقعت الواقعة. أصبح الإخصاب خارج الرحم روتينا. يخشى الناس الآن أن تُنسى دوللى هى الأخرى بعد حين، ويصبح الاستنساخ أمرًا روتينيًا نتعامل معه دون انتباه خاص.

فدوللى مؤكداً أخطر من لويز براون. قضاياها أخطرو أعمق حضارتنا المعاصرة تسعى إلى تشكيل مجتمعات، وفى هذا انعكاس وتأكيد لإحساس دفين فى الفرد بأن يكون واحداً ضمن جماعة تشبهه ويشبهها، لكنه يجفل إذ يتخيل مجتمعا أفراده كلهم نسخ متطابقة، بل إن البعض منا يكره أن يرى أفراد مجتمعه كلهم أو معظمهم يعتنقون رأيا واحدًا، أىّ رأى. إننا نخشى الإجماع، ونحن فى نفس الوقت نخشى التشرذم.

انتبهنا إلى حقيقة ينساها الناس كثيرًا، وهى أن العلم ليس سوى نشاط اجتماعى يجب أن يلتزم بتقاليد المجتمع وحاجاته، لا يجب أن ننظر إليه على أنه نشاط يحركه حب الاستطلاع وبهجة الكشف ذلك الذى يتمكن عادة من كبار رجال العلم. يجب أن يخضع العلم لسيطرة المجتمع. لا يصح أن يُترك للعلماء وحدهم يوجهونه إلى

حيث يحلو لهم. هنالك حدود يجب أن تُرسم، يرسمها المجتمع. لكن ، أية حدود؟ سؤال تصعب إجابته، والجدل مع العلماء أمر صعب، فلديهم عادة حججهم القوية.

ماذا قد يقول العلماء؟

سيقول هؤلاء العلماء، بعد أن يؤكدوا استحالة الاستنساخ من خلية ميتة (لتنسى إمكانية استنساخ هتلر أو موسوليني إذا كان هذا قد استولى على خيالك)، سيقولون إن الاستنساخ قد يفيد البعض، قد يقلل من آلام بعض البشر ويخفف من أوجاعهم، وقد يفيدك أنت شخصيا.

من الممكن أن نتمكن من استنساخ بعض الأعضاء، مثل نخاع العظام، الذى ينتج كرات الدم وصفائح الدم، فهذا عضو سائل، يمكن أن تؤخذ منه خلية لتدمج فى بويضة أفرغت من نواتها، ثم توجه البويضة بعد تناميها، بإضافة كيماويات خاصة لكى تصبح نخاعا، هو بالضبط نخاع من أخذت منه الخلية.

لقد أمكن إجراء هذا فى الفئران وعُرفت الكيماويات التى توجه نمو خلايا الجنين لتصبح عضوا بذاته. وسيمكن بالطبع أن يطبق هذا على الإنسان. أية فائدة عظمى للبشر إذا تمكنا من ذلك؟ نحن هنا لا نستنسخ جنينا كاملا، إنما نستنسخ عضوا منه سائلا.

أينتج الاستنساخ مسوخا؟ ليس بأكثر مما ينتج من التكاثر الطبيعى. إن نسبة تبلغ ٤٠٪ أو ٥٠٪ من بويضات النساء تحت عمر

الأربعين تحمل كروموزوماً زائداً أو أكثر، أو ينقصها كروموزوم أو أكثر، وتصل النسبة إلى ٦٠٪ من بويضات من هن أكبر عمرا. تموت كل الأجنة التي تحمل خلاياها عدداً غير طبيعي من الكروموزومات، باستثناء حالات قليلة، منها الطفل المغولي الذي يحمل نسخة زائدة من الكروموزوم ٢١، ويولد متخلفاً. ومثل هذا التشوه الكروموزومي لن يحدث بالطبع عند الاستنساخ.

ثم هناك في التكاثر الطبيعي مشكلة الأمراض الوراثية المتنحية المميتة، التي تظهر في النسل إذا كان كل من الأبوين يحمل جينا واحداً متنحيا (فلا يصيبه المرض). إنك تتجنب مثل هذه الأمراض الوراثية في النسائخ الناتجة عن أفراد هم بالطبع كبار أحياء.

أليس المعقول أن يحمل النسيخ دنا DNA قديما إصابته الشيخوخة؟ نحن نعلم أن التيلومير على كل من طرفي كل كروموزوم يضيع منه مع كل انقسام بعض من قواعده، فإذا ما بلي التيلومير ماتت الخلية. ونحن باستنساخ البالغين إنما نستنسخ أنوية قديمة هرمة فقدت كروموزوماتها معظم قواعد التيلوميرات. أبذلك يكون النسيخ أقصر عمراً؟

كلا. إن أكثر من ٩٠٪ من انقسامات الخلايا يتم في الأجنة وهي في رحم الأم، الدنا يولد عجوزاً إذن! والبويضات على أية حال تمتلئ بإنزيم التيلوميريز الذي يطيل التيلوميرات ويضبط أطوالها. ثم هناك تجربة أجريت على الفئران أنتجت فيها لمدة أربعة أجيال سلالة طويلة التيلومير وأخرى قصيرته، ولم يكن هناك فارق بينهما

فى طول العمر. ولماذا ننسى، إذا كان الأمر كذلك، أن البويضات والحيوانات المنوية التى ستكون الجيل التالى تأتى هى الأخرى من خلايا «كبيرة السن» أيضا؟

هناك نساء تنتج مبايضهن بويضات سليمة يمكن أن تخصبها الحيوانات المنوية، لكن شيئا ما خطأ فى سيتوبلازم البويضة يؤدى دائما إلى اجهاض الجنين. ماذا لو أخذت نواة بويضة مخصبة من مثل هؤلاء النساء، ثم أولجت فى بويضة طبيعية من امرأة أخرى، أزيلت نواتها، لتُعاد إلى رحم الأم صاحبة النواة؟ أم ترى ننقل سيتوبلازم بويضة سليمة لامرأة أخرى إلى بويضة المرأة التى تجهض؟ أليس هذا حلا لمشكلة تدمر حياة بعض الناس؟ ولنذكر أن هذه الحالة الأخيرة ليست استنساخا بالمعنى الحرفى، فنحن هنا لا ننقل نواة.

وامرأة لا ينتج مبيضها بويضات. ماذا لو استُنسخت خلية من خلايا جسدها، فنقلت نواتها إلى بويضة مفرغة النواة مأخوذة من واهبة، ثم زرعت البويضة فى رحم المرأة، لتحمل نسيخة (ستكون بالطبع أنثى!)، لتجهض النسيخة بعد أن يتكون مبيضها، وتُجمع منه بويضات هى فى الحق بويضات المرأة نفسها، فتخصب بمنى زوجها، ويعاد إلى رحمها الجنين، جنينها؟

ما هو الاستنساخ؟

الاستنساخ بمعناه الدقيق هو إنتاج نسخ وراثية مضبوطة من جزئ أو خلية أو نبات أو حيوان أو إنسان. وهو أمر معروف وشائع فى عالم

النبات. فزراعة العُقَل المأخوذة من سوق النباتات أو فروعها أو أوراقها أو جذورها استنساخ، وإكثار النباتات بزراعة الخلايا استنساخ، والاكثار بالترقيد استنساخ، والجذور الهوائية في بعض الأشجار إذا ضربت في الأرض ونمت تستنسخ الشجرة، وإكثار النخيل بالنسائل استنساخ. لكن طريقة تنامي الحيوانات عادة ما تجعل استنساخ الفرد منها مستحيلا، باستثناء قلة من اللافقاريّات - مثل بعض أنواع الديدان - يمكنها أن تُجَدِّد أفرادًا كاملة من جزء من فرد. أما الفقاريات فهناك من أنواعها ما يجدد أنسجته أو أعضاءه أو أطرافه إذا بترت، لكنها فقدت القدرة على أن تُستنسخ خضريا، إذا استثنينا ما يحدث أحيانا من استنساخ في بعض الأنواع، إذ تنفصل الخلايا المبكرة للأجنة لتنتج توائم متطابقة.

تاريخ الاستنساخ

ظهرت بدايات التفكير الذى قاد إلى استنساخ الحيوان على نهايات القرن التاسع عشر بنظرية قدمها سنة ١٨٨٥ أوغسط فايزمان أستاذ علم التشريح المقارن بجامعة فرايبورج، يحاول بها أن يفسر السبب في أن تتمايز خلايا الجسم في العملية - فخلية الكبد غير خلية المخ غير خلية البنكرياس - على الرغم من أنها جميعا قد نشأت من خلية واحدة لابد وأن كانت تحمل المعلومات الكاملة. قال إنه إذا ما انقسمت خلية البويضة المخصبة إلى اثنتين، انقسمت المادة الوراثية بها إلى جزءين، لتحمل الخلية اليمنى المعلومات اللازمة لتكوين الجانب الأيمن من الجنين وتحمل اليسرى معلومات تكوين الجانب الأيسر. فإذا ما انقسمت هاتان إلى أربعة حمل كل منها المعلومات اللازمة لتكوين ربع الجنين،

وهكذا سنجد أن كل خلية فى النهايـة سـتحمل فقـط مـن المـادة الوراثيـة ما يلزمها كى تؤدى وظيفتها.

ومعنـى هـذا أننـا لـو أخذنـا بويضـة لضفدعـة ثـم تركناهـا تنقسـم إلى خليتين، وقتلنا بإبرة ساخنة واحدة منهما، فإن الخلية الباقية لن تحمـل إلا نصف المعلومات الوراثية ولن تتمكن من التنامى إلى جنين كامل. ولقـد قام فيلهلهم روكس على الفور بإجراء هذه التجربة علـى الضفـادع، فقتـل إحدى الخليتين بإبرة ساخنة، وكانت النتيجة أجنة مشوهة. أو كما قال نصف أجنة ! !

لكن هانس درايش قام بتكرير التجربة على بيض قنفذ البحر، ففصـل أول خليتين باستخدام الرج بعد أن وضع الأجنة فى كأس به ماء. غير أن خلايا الأجنة المزقة، تنامت إلى أجنة كاملة. أجرى نفس التجربـة بعـد أن ترك الجنين ينمو إلى أربع خلايا. فأنتجت كل خلية جنينا كاملا.

وفى عام ١٩٠٢ أجرى هانس شبيمان بحوثـا علـى السـمندل، وفصـل أول خليتين للجنين بشعرة أخذها من رأس ابنه الوليد، وتنامت كـل مـن الخليتين إلى جنين كامل. المعلومات الوراثية إذن لا تنقسم إلى جزءين بين أول خليتين، إنما يحمل كل منهما الطاقم الوراثي بأكمله.

وفى عام ١٩٣٨ اقترح شـبيمان فـى كتـاب لـه، للمـرة الأولى، عمليـة الاستنساخ، وأسماها «التجربة الساحرة». رأى أن يتجه إلى الخلايـا بعـد أن تتمايز فى الجنين، الخلايا التى يفترض فايزمان أنـها لا تحمـل غـير المادة الوراثية اللازمـة لأداء وظيفـة محـددة. مـاذا لـو أخذنـا نـواة خليـة متمايزة متخصصة من جنين متقدم فى العمر وأولجناها فــى بويضـة أزلنـا

نواتها؟ هل ستعطى جنينا طبيعيا كاملا؟ لكنه لم يعرف كيف يمكن إجراء هذه التجربة.

وعلى نهاية عام ١٩٥٦ كان روبرت بريجز وتوم كينج وقد نجحا في إجراء هذه التجربة الساحرة على أجنة ضفادع فى طور البلاستولا (٨٠٠٠ - ١٦٠٠٠ خلية). تُمص النواة من بويضة ثم تولج بها نواة خالية من خلايا البلاستولا. نقلا ١٩٧ نواة بلاستولا إلى بويضات فرغت من أنويتها، بدأ منها فى التنامى ١٠٤، ونجح ٣٥ جنينا تحول منها ٢٧ إلى أبى ذنيبات. نجحت التجربة. لكن بخلايا أجنة.

وفى السنين التالية أعيد تأكيد هذا النجاح على أنواع أخرى من الضفادع، ليجد العلماء أنه كلما تقدم العمر بخلايا الجنين التى تُنقل أنويتها كلما انخفضت نسبة النجاح. تناقصت قابلية الخلية للاستنساخ مع زيادة تخصصها.

وفى عام ١٩٦٢ تمكن جون جردون من نقل أنوية من خلايا أمعاء ضفادع ناضجة إلى بويضات مفرغة من مادتها الوراثية، ثم إن النسائخ قد نمت حتى النضج الجنسى. لكن نسبة النجاح كانت ضئيلة فلم تتعد ٢٪. ثم اتضح فيما بعد أن ٢ - ٥٪ من خلايا الأمعاء خلايا جنينية غير متمايزة، وأن ما نجح من نسائخ جردون كانت على الأغلب من مثل هذه الخلايا. والحق أن أحدًا لم يكن قد تمكن من استنساخ ضفدع بالغ من خلية متمايزة مأخوذة من ضفدع بالغ، إنما نجح من نجح فى الاستنساخ من خلايا جنينية.

لكن التفكير أخذ يتجه إلى امكانية استنساخ البشر. لم يكن ثمة من قد نجح فى إخصاب بويضة امرأة فى المعمل، دعك من إبقاء بويضةٍ مخصبةٍ فى المعمل حيةً حتى تزرع فى رحم امرأة. غير أن جيمس واطسون فى نفس ذلك العام (١٩٦٢) أعلن أنه يعتقد أن العلماء سيتمكنون قريبا من استنساخ الإنسان، وأن الواجب أن نستعد حتى لا تضيع منا حرية الاختيار. لكن حديثه لم يجد من يأخذه مأخذ الجد. ولقد تمكن باتريك ستيبتو وروبرت إدواردز فى نفس هذا الوقت من إخصاب بويضات النساء فى المعمل، ثم تنميتها إلى أجنة مبكرة يمكن زرعها فى الرحم: وهذه تقنية ضرورية يلزم اتقانها قبل استنساخ البشر. وفى عام ١٩٦٣ أكد العالم البريطانى الفذ ج.ب.س. هالدين أن استنساخ البشر قد غدا وشيكا، ورأى جوشوا ليدربيرج عام ١٩٦٦ أن مثل هذا الاستنساخ يلوح بالفعل على الأفق. وكتب ويلارد جايلين عام ١٩٧٢ مقالاً عنوانه «أسطورة فرانكنشتاين تصبح واقعا. لدينا المعلومات المروعة التى نصنع بها نسخا مضبوطة من البشر». أراد أن يجعل من استنساخ البشر قضية أخلاقية تلزم مناقشتها علنا، لكن أحدًا لم يلتفت.

الإعلان عن ولادة أول نسيخ بشرى

وفى يوم ٣ مارس ١٩٧٨ ظهر بجريدة النيويورك بوست مانشيت ضخم يعلن عن ولادة أول نسيخ بشرى! عرض المقال ملخصا لكتاب على وشك الصدور ألفه دافيد رورفيك تحت عنوان «على صورته: استنساخ رجل». عمل هذا المؤلف كاتبا علميا بمجلة تايم بضع سنين

ثم تحول ليصبح كاتبا حرا. يحكي الكتاب عن قصة مليونير هرم (أسماه ماكس) لجأ إلى رورفيك ليبحث له عن عالِم يستنسخه، وعرض تجهيز معمل كامل في بلد استوائي ومبلغا مجزيا للعالم الذى يقبل القيام بالمهمة. وجد رورفيك عالما (أسماه داروين) قَبِل أن يجرى عملية الاستنساخ، وعثر على فتاة (أسماها العصفورة، سبارو) قبلت أن تسهم ببويضاتها. تم استنساخ الرجل وولد الطفل فى ديسمبر ١٩٧٦. بدت القصة كما لو كانت حقيقية. صدقتها الجماهير، وانداحت موجة هائلة من الذعر. بيع من الكتاب على الفور ٩٥ ألف نسخة. وبعد مقابلة صحفية مع رورفيك أكد فيها أن القصة حقيقية اختفى رورفيك، ورفض الافصاح عن اسم المليونير أوعن مكان وجود الطفل. ثم كشف العلماء بجلاء أن القصة لا يمكن أن تكون حقيقية. وانتهت القصة بعد سنتين، لكن بعد أن كشفت مدى خوف الناس من استنساخ البشر، وعميق ارتيابهم فى العلماء.

وبعد سنين معدودة من انتهاء قصة رورفيك، وفى يناير ١٩٨١ ظهر بحث مذهل للعالم الألمانى الكبير، الساحر الفاتن، كارل إلمنزيه الأستاذ بجامعة جنيف، أعلن فيه أنه قد تمكن بالفعل من استنساخ ثلاثة فئران. عزل أنوية خلايا جنينية ونقلها إلى بويضات مخصبة أُفرغت من أنويتها. كان هذا أول بحث ينشر عن النجاح فى استنساخ حيوان ثديى. والفأر يحمل تقريبا كل جينات الإنسان، إنما بترتيب مختلف. بدا أننا قد اقتربنا حقا من استنساخ الإنسان. لكن البعض من العاملين بمعمل إلمنزيه بجامعة جنيف كشفوا عن تدليسه فى يناير ١٩٨٣، وتم التحقيق معه

بمعرفة لجنة علمية دولية رأت فى نهاية الأمر أنه «كان متراخيا أكثر من اللازم فى تسجيل تجاربه، ووقع فى عدد كبير غير معقول من الأخطاء». ران صمت ثقيل غلف قضية استنساخ الثدييات.

ثم قام دافور سولتر وجيمس ماكجارث بمحاولات جديدة نقلا فيها بويضة فأرة مخصبة إلى بويضة فرغت من مادتها الوراثية. نجحت التجربة ونما الجنين داخل رحم أم بديلة حتى ولد حيا. لكنهما عندما قاما بنقل نواة خلية جنين متقدم فى العمر إلى البويضة المفرغة، لم يصيبا نجاحًا. نشرا بحثهما الذى انتهى بالجملة: «إن استنساخ الثدييات بنقل النواة أمر مستحيل بيولوجيًا».

انتهى الأمر. أغلق الطريق. لم يعد ثمة من سيحاول استنساخ ثديى. البروتينات التى تغلف الدنا بالنواة تحجب ما يصل إلى ٩٠٪ من الجينات ولا تترك إلا النسبة منها التى تحتاجها الخلية للقيام بالمهمات التى أوكلت إليها فى موقعها بالجسم. فكيف للعلماء أن يخلصوا الدنا مما ارتبط به من بروتينات ليعيدوه إلى وضعه كما كان بخلية الجنين الأولى؟ الكيماويات التى قد تستخدم لإزالة البروتين تتلف الدنا نفسه. تحول الكثيرون بعيدا عن مجال استنساخ الفئران والثدييات. إن رجلاً فى شهرة سولتر قد كتب يقول إن استنساخ الثدييات مستحيل بيولوجيا.

ثم نجح استنساخ خلايا الأجنة المبكرة

لكن الاستنساخ أمر مهم فى حيوانات المزرعة، الأغنام والأبقار، مهم من الناحية الاقتصادية، وكان من الضرورى أن يواليه العلماء على الرغم من تجارب سولتر. ولقد نجحوا قبل أن ينقضى عام على نشر بحث

سولتر. تمكن ستين فيلادسين العالم الدانيمركي (في كمبريدج) من نقل أنويه من خلايا جنين أغنام مبكر إلى بويضات مفرغة النواة، ونجح في استنساخ أول حملين ونشر ذلك في أوائل عام ١٩٨٦. غير أن استنساخ الأبقار كان أعقد كثيرا من استنساخ الفئران أو الأغنام، إذ تصعب تنمية أجنة الأبقار في المعمل قبل نقلها إلى رحم بقرة. ابتدأ التجريب أولاً بتنمية أجنة الأبقار في قناة المبيض بالنعاج، ثم تطور الأمر إلى استئصال قناة المبيض من النعاج لتُستبقى حية في المعمل (لمدة تبلغ شهرًا) وتزرع بها - لتنمو أسبوعًا - الأجنة المبكرة للأبقار. وعلى أواخر ١٩٨٦ كان براثر وآيستن وقد تمكنا من نقل نواة من جنين بقرة مبكر إلى بويضة بقرة مفرغة من نواتها، ثم قاما بزراعتها في قناة مبيض نعجة بالمعمل لفترة أسبوع نقل بعدها الجنين إلى رحم بقرة حيث نما حتى ولد حيا.

على بداية التسعينات كان الاستنساخ يُجرى بالفعل على حيوانات المزرعة، إنما بشطر الأجنة المبكرة إلى خلايا يكوّن كل منها جنينا - تماما كما يحدث طبيعيا في إنتاج التوائم المتطابقة. لقد أمكن في استراليا إنتاج ٤٧٠ حيوانا طبيقا من جنين واحد عمره ٤ — ٥ أيام. لكن استنساخ الحيوانات الناضجة هو الأهم في زراعة الحيوان، فمثل هذه الحيوانات تكون قد أثبت كفاءتها في الصفة المرغوبة - إنتاج اللبن مثلا، لكن خلاياها ستكون بالطبع قد تمايزت. يصبح أمر استنساخ الحيوانات الناضجة ملحًا إذا ما تعلن الأمر بحيوانات هندست وراثيا بإضافة جينات بشرية خاصة إلى طاقمها الوراثي إذ تهندس مثل هذه الحيوانات لإنتاج عقاقير بشرية ثمينة في ألبانها بإيلاج جينات بشرية في طاقمها الوراثي.

وإنتاج حيوان واحد كهذه أمر شاق ومكلف. فلإنتاج عجلة واحدة عبر جينية بحقن الدنا سنواجه بالمعدلات التالية:

* تحقن بالدنا ٢٨٠٠ بويضة مخصبة.

* ينتج ٢٥٠٠ زيجوت كامل.

* يبقى منها ٢٥٠ جنينا بعد النقل إلى أرحام الأمهات البديلة.

* يكمل مدة الحمل ٥٠ جنينا، وتولد حية.

* من بين هذه سيكون هناك فرد واحد عبر جينى.

فإذا ما كان لدينا وسيلة لفرز الأجنة بعد حقن الدنا واكتشاف ما استوعب منها الجينات البشرية، فإنا سنجد أننا :

* نحقن بالدنا ٢٨٠٠ بويضة مخصبة.

* نكتشف ٤٠ جنينا عبر جينى تنقل إلى أرحام أمهات بديلة.

* يكمل مدة الحمل منها ٨ أجنة.

* من بين هذه سيكون هناك فرد واحد عبر جينى.

كانت شركة ب ب ل تقوم بهذه الزراعة الصيدلية. واستنساخ العجلة الواحدة عبر الجنينة التى ستنتج عن ٢٨٠٠ بويضة مخصبة أمر لا شك هام اقتصاديا بالنسبة لها. عهدت إلى إين ويلموت بالقيام بهذه المهمة فى معهد روزلين قرب إدنبره باسكتلنده.

الوصول إلى دوللى

على عام ١٩٩١ كان ويلموت وقد أنتج نعاجًا تفرز العقار ألفا أنتى تريبسين فى لبنها (وهذا عقار يستخدم فى علاج مرض التليف الكيسى فى البشر)، وأصبح العمل فى إنتاج النسائخ أمرًا حيويا، فبه نستطيع تكرير مصانع الأدوية هذه التى تمشى على أربع. عرف ويلموت أن نجاح الاستنساخ يرتبط بدورة انقسام الخلية. تدخل الخلية بعد انقسامها فى طور يسمى الفرجة الأولى تزداد فيه الخلية حجما ويتم التأكد من أن الدنا كامل. تدخل الخلية بعد ذلك فى دور التمثيل حيث تَنسخ الخلية دناها استعدادًا للانقسام لتصل إلى طور الفرجة الثانية فتراجع الخلية دناها ثانية لإصلاح ما قد يكون قد حدث من أخطاء أثناء نسخ الدنا، لتصل بذلك إلى مرحلة الانقسام الميوزى فتنقسم إلى اثنتين، وتدخل بعد ذلك فى حالة من الحيوية الموقوفة، أو فرجة الصفر. قام ويلموت بتجويع الخلايا حتى تدخل دور الصفر. فى هذا الدور تزيل الخلية المتمايزة البروتينات التى تحجب معظم دناها، ليصبح كدنا الخلايا الجنينية الأولى، غير متمايز.

استخدام ويلموت ٢٧٧ خلية من ضرع نعجة دورسيت فنلندى كان محفوظا بثلاجة معمله، نقل أنويتها إلى بويضات مفرغة من مادتها الوراثية، ثم قام بتجويع البويضات لتدخل فى طور الصفر، وتمكن من الحصول على ٢٩ جنينا، نماها فى قناة المبيض ثم نقلها إلى أرحام بديلة لأغنام بلاكفيس اسكتلندية. لم يولد منها حيا إلا دوللى. نجح استنساخ ثديى ناضج!

التطبيق العملى للاستنساخ فى مصر

يحتاج التحسين الوراثى لإنتاج اللبن فى الأبقار والجاموس إلى مشاريع لاختبار الطلائق بنسلها، فالأهم فى حيوانات اللبن هو اختبار الذكر، الذى يمكن عند انتخابه أن يعطى بالتلقيح الصناعى مئات البنات تحمل نصف تفوقه الوراثى. أما الأنثى، فكم ستلد من البنات؟ والاختبار بالنسل يعنى أن نلقح بالسائل المنوى لكل من الطلائق التى ستجرى المفاضلة بينها عددا من الإناث يتراوح ما بين ٥٠ ومائة أو أكثر، لنصل إلى عدد من البنات لا يقل عادة عن ١٥، تربى حتى تنضج جنسيا وتلقح وتلد، ثم ننتظر حتى تكمل موسم حليب، لنتمكن عندئذ من إجراء المقارنة بين الطلائق فننتخب منها الأفضل. مثل هذه المشاريع تحتاج إلى إمكانيات هائلة وزمن طويل وتعاون واسع من الفلاحين لاستخدام حيواناتهم فى الاختبار، وجيش من الزراعيين يتعقبون الحيوانات ويسجلون إنتاجها، وآخر من البيطريين لإجراء التلقيح الصناعى، ثم إدارة مركزية لتجميع السائل المنوى وتجميده، وتجميع النتائج وتحليلها. وهذا أمر لم نتمكن فى الحقيقة من إجرائه حتى الآن، فالصعوبة بادية.

لكنا بالاستنساخ نستطيع أن ننتخب إناث الجاموس ذات الإنتاج المرتفع، فننتخب منها أفضل ٥ أو ١٠٪ لا أكثر، لننتج من كل منها أى عدد نوده من النسائخ التى تحمل نفس المادة الوراثية الممتازة التى أثبتت نفسها فعلا فى الإنتاج - كل المادة الوراثية فى الحقيقة، بجانب أن كل النسائخ - لا نصفها - سيكون إناثا.

يمكننا أن ننزل اليوم فى أى مزرعة من مزارع الجاموس التابعة لوزارة الزراعة فننتقى منها أفضل ١٠ جاموسات مثلا لنكون منها وحدها قطيعا هائل العدد متميز الإنتاج فى ظرف سنين قليلة.

يظهر أحيانا فى القطعان إناث تعطى نسبة من الدهن فى اللبن غير معقولة، يصعب اقتناصها إذ تذوب فى العشيرة بعد ذلك ولا يمكن الانتفاع بها كما يجب. كانت لدينا بكلية الزراعة بالجيزة جاموسة أعطت ١٣٪ دهنا فى لبنها. يمكننا بالاستنساخ أن نكرر مثل هذه الإناث ونحفظ تركيبها الوراثى مئات المرات إن أردنا.

أجريتُ بحثا نظريا اتضح منه أن الاستنساخ يعطى من التحسين الوراثى فى إنتاج اللبن من الجاموس ثلاثة عشر ضعف ما ينتج عن الطريقة المستخدمة لدينا الآن، أقصد الانتخاب الفردى. وعندما قارنت كمية التحسين الوراثى من مشروع للاختبار بالنسل يُختبر فيه الذكر بخمس عشرة بنتا، بكل ما فيه من تعقيدات وصعوبات عملية ومادية، بالناتج عن الاستنساخ، وجدت أن الاستنساخ يزيد ثلاثة أضعاف ونصف. إنها طريقة هبطت علينا من السماء لتحسين حيوان اللبن الأول فى مصر.

بالاستنساخ أيضا نستطيع أن ننشئ سلالة من الأبقار البلدية الممتازة، التى سيكون مآلها إلى الزوال دون ذلك، فهى لا يمكن تنافس أنواع الأبقار الأجنبية التى انتخبت طويلاً لإنتاج اللبن. وبالاستنساخ نستطيع أيضا وبسرعة أن ننتخب سلالة من ذكور الجاموس والأبقار لإنتاج اللحم. وسنلاحظ هنا أن فى مقدورنا أن نختبر الحيوان نفسه لنسبة التصافى والتشافى، ثم ننتخبه، وهذا بالطبع أمر مستحيل الآن، فإذا ذبحت

الحيوان لمعرفة نسبة تصافيه لم يعد هناك مجال لانتخابه، الأمر الذى يلجئ المربى إلى استخدام القياسات على بعض الأقارب، وفى هذا ما فيه من انخفاض لدرجة دقة الانتخاب.

بل ويمكننا الاستنساخ أيضا من الانتخاب بين هجن الأبقار البلدية ببعض الأنواع الأجنبية. فى تجربة قمت بها مع فريق بحثى من كلية الزراعة لتهجين الأبقار البلدية بثلاثة عشر نوعًا أجنبيا، اتضح أن ذكور الهجن البلدى بالشاروليه هى الأفضل كثيرا فى إنتاج اللحم، ولا كذلك الإناث الناتجة من نفس هذا التهجين. يمكننا هنا أن ننتخب أفضل الذكور الهجينة ثم نستنسخها (وسيكون الناتج كله ذكورا بالطبع).

(٦)
البيوتكنولوجيا فى الزراعة

البيوتكنولوجيا الحديثة هى استخدام الحيوانات والنباتات والفُطريات والبكتريا والفيروسات – كاملةً أو أجزاء منها – لإنتاج مواد نافعة يحتاجها الإنسان ، كالطعام والدواء والكساء والكيماويات ، أو فى تحسين كائنات حية موجودة . هى تكنولوجيا عمليات صناعية ترتكز على النظم البيولوجية تستهدف تطوير عمليات تجارية ومنتجات ، عن طريق دفع الخلايا الحية إلى القيام بمهام خاصة محددة يمكن التنبؤ بها والتحكم فيها . وهى تضم قائمة يتزايد طولها من التكنولوجيات من بينها : زراعة الخلايا والأنسجة ، دمج الخلايا ، الدنا المُطعم ونقل الجينات ، والأجسام المضادة النقية ، البصمة الوراثية ، منابلة الأجنة ونقلها ، هندسة البروتين ، وتكنولوجيا تعطيل الجينات. ترتكز البيوتكنولوجيا على علوم البيولوجيا والميكروبيولوجيا والكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية ، وعلم الوراثة والهندسة الكيماوية ، وعلوم الكمبيوتر .

بدأ الإنسان (الثورة الخضراء) الأولى منذ نحو إثنى عشر ألف عام فى منطقة الهلال الخصيب ، عندما استقر وابتكر الزراعة . ثم عكف منذ

ذلك التاريخ على محاولة تحسين محاصيله وحيواناته . يمكننا أن ندرج كل ما قام به الإنسان فى هذا الخصوص تحت عنوان (التحسين الوراثى) . ولقد تضاعفت خطى هذا التحسين فى بداية قرننا هذا مع إعادة اكتشاف قوانين مندل، ليغدو التحسين الوراثى مهنة أثمرت فى الستينات «ثورة خضراء» جديدة انتجت سلالات من القمح والذرة والأرز غزيرة المحصول بشكل مذهل (٤ - ١٠ أضعاف محصول السلالات المحلية) - سلالات ساهمت حقا فى توفير الغذاء لمواجهة الانفجار السكانى فى دول مثل الهند وبنجلاديش وباكستان .

تمكن مربو النبات إذن بطرق الانتخاب الوراثى من رفع إنتاجية المحاصيل الزراعية . استنبطوا معظم ما نراه من سلالات وأصناف محاصيل الحقل والخضراوات والفاكهة والزينة ، بل وحتى السلالات الاقتصادية من البكتريا والخمائر والفُطر. ولقد كان تقدمهم محكومًا بالمستودع الجيني للنوع الذى يعملون عليه وما يحويه من جينات - يفتشون فيه بطرُقهم عن تباين وراثى، عن جينات جديدة نافعة وطفرات مفيدة ، يقتنصونها ويكثرون منها ويثبتونها فى سلالاتهم. ولقد يلجأون إلى الأقارب البرية بحثًا عن صفات وراثية لا تتوفر فيما بين أيديهم من نباتات، فإذا وجدوها قاموا بتهجين سلالاتهم بها ، ثم طفقوا ينتخبون ثانية، فى عملية مرهقة تستهلك المال والزمن . هم لم يستطيعوا أن ينتجوا سلالة من الذرة يتوفر فى دقيقها حمض اللايسين الأمينى - الهام جدا فى تغذية الإنسان - فليس فى المستودع الجينى لهذا النبات من التباين فى هذه الصفة ما يمكنهم اللجوء إليه.

هم لم يستطيعوا أن ينتجوا أزهارًا زرقاء فى نباتات الورد أو القرنفل أو الأقحوان أو الجيربيرا ، فالجهاز الوراثى لهذه الأنواع النباتية ببساطة لا يحمل من الأصل جينا للّون الأزرق .

وبعد ما شهده هذا القرن من تحولات رفعت الإنتاج الزراعى النباتى بشكل ملحوظ - ميكنة الزراعة ، البذور الهجينة ، المخصبات الجديدة ، مبيدات الآفات - جاءت البيوتكنولوجيا الحديثة تحمل معها آمالا كبارا : ابتُكِرَت تقنيات الدنا المُطَعَّم ونقل الجينات وزراعة الأنسجة ودمج الخلايا ، وفَتَحت مجالاً جديدًا تماما : فتحت أمام المربى المستودع الجينى لكل الأنواع - ميكروبية أو نباتية أو حيوانية - يأخذ منه ما يشاء وينقله إلى أى نوع نباتى يشاء . لم يعد من الضرورى أن نجد الجين المطلوب فى الجهاز الوراثى للنوع الذى نحسنه ، يكفى أن نعرف بوجوده فى أى نوع آخر ، فننقله . نستطيع أن نعزل الجين المسئول عن اللون الأزرق الذى تحمله نباتات البيتونيا ذات الزهرة الزرقاء (وقد تم هذا) ثم ننقله بطرق الهندسة الوراثية إلى سلالة الورد لدينا ، لينتج لدينا : نفس سلالة الورد بكل خصائصها ، سوى أن أغصانها ستحمل ورودا زرقاء .

يعتمد النجاح فى تطعيم خلايا النبات بالجينات الغريبة (أى ما يسمى الهندسة الوراثية) على النجاح فى استزراع الخلايا المطعمة جينيا ، بزراعة الأنسجة ، وإمكان تنميتها إلى نباتات كاملة تحمل الجين (أو الجينات) الغريبة - فزراعة الأنسجة هى التقنية الجديدة المكملة للهندسة الوراثية فى النبات .

فقد اتضح أنه من الممكن استنبات الأنسجة النباتية والخلايا فى بيئة مغذية ، يختلف تركيبها باختلاف نوع النبات وباختلاف الجزء المستنبت (جزء من ورقة أو من ساق أو من جذر ، أو قمة نامية .. الخ) ، لكن هذه البيئات جميعا لابد أن توفر ما تحتاجه الأنسجة والخلايا من مواد غذائية وتنشيطية . فلما كانت الأنسجة النباتية المنفصلة لا تستطيع عادة توفير الكربوهيدرات لنفسها ، فمن اللازم أن يُوَفَّر لها مصدر يمدها به، عادة ما يكون سكر السكروز . ولقد تضاف أيضًا فيتامينات ومواد أخرى كلبن جوز الهند أو مستخلص الخميرة لتشجيع النمو والتضاعف . ثم إن هناك ستة عناصر غير عضوية يلزم أيضًا توفيرها هى: النتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنسيوم والكبريت، بالإضافة إلى منظمات النمو من الهرمونات النباتية : الأوكسين والسيتوكينين: فالأوكسين ينشط تكوين الأحماض النووية والكالس ونمو الخلايا وتكوين الجذور ، أما السيتوكينين فينشط انقسام الخلايا وتكوين النموات الخضرية ويثبط تكوين الجذور .

عندما توضع القِطَع من أجزاء النبات المطلوب استزراعها فى البيئة المغذية تنشط الخلايا بالأجزاء المجروحة الملامسة للبيئة ، فتتكون كتلة من الخلايا البرانشيمية تسمى كالس فى ظرف ٣ – ٤ أسابيع . تُتْرك هذه لتكبر حتى يصل قطرها إلى ٢ – ٣ سم ، فتُفصل وتُجزأ إلى قطع صغيرة تزرع فى بيئة مغذية أخرى ذات تركيب هرمونى ينشط تكوين الجذور والبراعم الخضرية والأفرع والأوراق ، لتُنقل النبيتات إلى الصوبة أو الحقل حيث تنمو إلى نباتات كاملة – وقد يصل ما ننتجه من كتلة كالس واحدة إلى خمسمائة نبات .

قد يواجه المربى عقبات كثيرة يلزم حلها بالنسبة للكثير من محاصيل الحقل التى لا تستجيب خلاياها بسهولة للتكاثر فى مزارع الأنسجة. كما أن الكثير من الصفات الاقتصادية الهامة لمحاصيل الحقل صفات كمية ترتكز وراثتها على عدد كبير مجهول من الجينات، لا على جين واحد كمثل ما قد يتمكن المهندس الوراثى من التعامل معه.

وسنعرض فيما يلى بعضًا مما أمكن للبيوتكنولجيا أن تنجزه أو مما تعد بإنجازه :

التوماتين

هناك نبات ينمو بغرب أفريقيا اسمه كاتيمفى katemfe أو (فاكهة السودان الأعجوبة) (واسمه العلمى : توماتوكوكّسْ دانيلياى Thaumatococcus daniellii) ، يعطى ثمارًا حمراء صغيرة غاية فى الحلاوة بسبب احتوائها على مادة تسمى التوماتين . تقول موسوعة جينيس للأرقام القياسية إن هذه المادة هى أحلى مادة يعرفها الإنسان، إذ تبلغ حلاوتها ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ ضعف حلاوة السكروز (سكر القصب) فى محلول تركيزه ٨ - ١٠٪ .

والتوماتين بروتين نباتى يعطى من السُعرات مثل غيره من البروتينات (٤ كيلوكالورى / جرام) ، غير أن استخدامه فى تركيزات تبلغ أجزاء فى المليون يعني أنه فارغ حراريًا . والإنسان والحيوان يستطيعان هضمه كاملاً . وإذا جُفِّد (جُفِّف بالتجميد) freeze dried ظل مسحوقه ثابتا تحت درجات الحرارة العادية ، كما يظل ثابتا أيضًا فى عمليات

التصنيع حتى درجة حرارة ١٢٠ منوية . ولقد قامت إحدى الشركات بتحضيره تجاريا تحت اسم تالين Talin ، وهو يستخدم كمحلى طبيعي لمرضى السكر ، وقد أجيز استخدامه فى أسبانيا sweetener واستراليا وإسرائيل وأمريكا وجنوب أفريقيا والدانيمرك ودول السوق الأوربية وسويسرا ونيوزيلنده واليابان .

للتوماتين خصائص فريدة بجانب كونه مُحلِّيًا ، فهو فى تركيزاته الضعيفة جدًا يحجب الطعم المر الكريه لأيونات المعادن ، كالصوديوم والحديد والبوتاسيوم ، وبذا يستخدم فى إخفاء المذاق المتأخر after taste للسكارين ولبعض العقاقير التى تحمل معادن مضافة . كما أنه يكبت الطعم المر لمنتجات ثمار الموالح وعصائرها . ثم إنه يرفع استجابة مستقبلات الذوق فى الفم للمُنَكِّهات من قبيل النعناع والزنجبيل والقرفة والبنّ ، فيعزز نكهتها كما يقلل أثرها الحرِّيف أو اللاذع أو المر . وبالإضافة إلى ذلك فإنه يعزز حلاوة غيره من المُحليات : فمن الممكن أن نخفض ٣٠٪ من نسبة الأسبارتيم aspartame فى مشروباته ، بإضافة عشرة أجزاء فى المليون من التوماتين ، دون أن نخفض من مستوى الحلاوة الأصلية .

من الممكن بالطبع أن يستخدم التوماتين منفردا فى إعداد الحلوى ، لولا أنه يذيع طعما كالعرقسوس licorice إذا زاد تركيزه ، ومن ثم يقتصر استعماله على الحلوى التى لا تتطلب أكثر من ١٠٪ من السكروز .

ولقد أمكن عزل الجين المشفِّر للتوماتين من نبات الكاتيمفى ، وأمكن بالهندسة الوراثية إيلاجه فى ميكروبات تقوم بإنتاجه بكميات تسويقية .

يحاول بعض العلماء الآن إيلاج الجين في خلايا الكاكاو ، لتنتج الشجرةُ الكاكاو حلوًا بالفعل دون زيادة في سعراته . من الممكن بهذا الجين أن ننقذ نباتاً كالشمام الذى كاد أن يختفي من أسواقنا في مواجهة الكانتالوب ، فإيلاج هذا الجين فيه سيرفع من حلاوة ثماره دون زيادة في السكر ، الأمر الذى قد يعيد هذه الثمرة إلى مكانها السابق على موائدنا . ومن الممكن أيضا أن يولج جين التوماتين هذا في نبات غزير المحصول كالطماطم ، ليستخلص التوماتين من الثمار بكميات تسويقية .

البيوتكنولوجيا ومقاومة الآفات النباتية

ليس للنباتات جهاز مناعي – كالحيوانات – تدافع به عن نفسها ، لكنها قد طوّرت حيلا وطرقا لتسعفها في مقاومة الحشرات والأمراض الفيروسية أو البكتيرية أو الفُطرية . ربما أمكننا أن نقول إن الجينات المشفرة لبروتينات عائلة التوماتين (وعائلات أربع أخرى غيرها معروفة) تشكل ما يمكن اعتباره آلية للدفاع . وهناك نُباتات تنتج بروتينات لقتل الحشرات أيضًا . من بين هذه البروتينات المضادة للحشرات هناك مثبط التربسين trypsin inhibitor هذا البروتين يثبط نشاط إنزيم التربسين الذى تفرزه بعض الحشرات لهضم خلايا النبات حتى تصبح في صورة يمكنها أكلها ، مخلفة ثقوبا في أوراق النبات أو سوقه . فإذا ما ثُبِّط فعل هذا الإنزيم ماتت الحشرة جوعًا .

نجح العلماء في كلْوَنة جين مثبط التربسين من نبات اللوبيا ، وإيلاجه في الجهاز الوراثى لنبات الطباق . (نباتات الطباق – والعائلة الباذنجانية

عموما – هى أفضل النباتات طواعية لتقنية نقل الجينات) . ولقد ثبت أن نبات الطباق عَبْر الجينى transgenic هذا يميت بالفعل من الجوع ديدان البراعم وديدان الحَشْد . ومثبط التربسين هذا لا يؤثر فى الإنسان ، إذ يتحلل فى قناته الهضمية . ولقد عُرف أيضا أن هناك حشراتٍ ، تصيب بعض محاصيل الحقل الرئيسية ، حساسةً لفعل هذا المثبط ، منها دودة كيزان الذرة ودودة نمل الأرز وسوسة لوز القطن ، ونقل الجين إلى نباتات الذرة والأرز قد يكون له أثر فعال فى تقليل ما تسببه هذه الحشرات من خسائر فى المحصول .

تقنية الهندسة الوراثية هنا – نقل الجينات – تقوم بعمل لا يمكن للمربى التقليدى القيام به – إنها تُدْخِل صفة جديدة تماما إلى نبات لم يعرف بها أبدًا . تماما مثلما هو الوضع فى إنتاج الوردة الزرقاء .

ولقد يأتى الجين المُفَضَّل من بكتريا ، لا من نبات . ثمة بكتيرة من بكتريا التربة اسمها باسيلّص تورنجينسز (بى تى) Bacillus thuringiensis (Bt) . تحمل هذه البكتيرة جينا يشفر لبروتين سام ليرقات حشرات حرشفيات الأجنحة (ومنها دودة ورق القطن) . وكان قد كُشِف عن سمية هذا الجزىء البروتينى ، واستُخدم كمبيد حشرى بيولوجى منذ أكثر من خمسة وثلاثين عاما . وهذه المادة لا تؤذى الإنسان ولا الثدييات ، وتعمل بأن ترتبط بالمستقبلات على أسطح خلايا القناة الهضمية الوسطية للدودة ، وتوقف عملها ، فتموت الحشرة . تمكنت إحدى الشركات الأمريكية (مونسانتو Monsanto) من عزل هذا الجين من البكتيرة وكَلْوَنَتِه ، بعد أن ضوعفت سميته ثلاثمائة مرة ، ثم أولج فى

نبات القطن الأمريكي ، كما أولج في الطباق والطماطم وغيرهما ، ونتجت نباتات تقاوم الحشرات مقاومة ذاتية – دون مبيدات . وتجرى الآن محاولات لتحوير هذا السم البروتيني بحيث يصلح لمقاومة مجال أوسع من الحشرات .

تقوم الأجهزة العلمية المعنية في مصر بمحاولات لإيلاج جين البي تي هذا في نبات القطن المصرى (وهو من نوع species غير نوع القطن الأمريكي) وفي البرسيم . ولا شك أن هذا المشروع يعتبر مشروعًا قوميًا ، بكل ما في هذه الكلمة من معنى ، يمكن به على الأقل تخفيض الكم الهائل من المبيدات ، المكلفة والملوثة للبيئة ، التي تُنْشر سنويًا في الريف وتعرّض المزارعين لمخاطر لا يستهان بها .

ستُسهم البيوتكنولوجيا فعلاً في تنظيف البيئة ، ولقد فتحت مجالاً جديدًا تمامًا في مقاومة الآفات النباتية لم يكن له قط وجود قبلها ، مجالاً لا يزال يتسع في الحقيقة . ثمة مَنْ قد عَزَل وكلّون جينات حشرية تنتج بالحشرات أجسامًا مضادة تقاوم بها بعض ما يصيبها من بكتريا ، ثم أولج الجينات في الجهاز الوراثي لنباتات البطاطس ، بعد أن عُرف أنه من المكن علاج بعض أمراضها البكتيرية بنفس هذه الأجسام المضادة .

وتقنية زراعة الأنسجة في حد ذاتها قد توفر لمربى النبات وسيلة جيدة وسريعة حقًا لإنتاج سلالات نباتية تقاوم بعض الأمراض ، إذا وجدت بعشيرة هذا النبات جيناتٌ تشفِّر لبروتينات مقاومتها (إنما بتكرار منخفض) فلقد يلاحظ المربى في حقل أصيب بمرض ما أن بعضا قليلا

من النباتات قد قاومه . يستطيع المربى أن يستخدم خلايا هذه النباتات ، فيستزرعها فى مستنبت يحمل المادة السامة التى يفرزها الكائن المُمرض ، لينتخب منها ما يستطيع أن يتحمل السم ، فيستزرعه ثانية ربما بعد أن يرفع تركيز السم في المستنبت .وهكذا جيلاً خلويًا وراء جيل سيتمكن المربى من إنتاج سلالة من الخلايا مقاومة . ينميها إلى نباتات كاملة من سلالة مقاومةٍ للمرض . سنلحظ هنا سرعة إجراء عملية الانتخاب، مقارَنةً بما كان للمربى أن يفعله إذا كان عليه أن يُعدى النباتات فى الحقل بالكائن المُمْرض (بما فى ذلك من خطورة) لينتخب منها ما يقاوم، لبضعة أجيال . إن كل ما يلزمه للإنتخاب فى مزارع الأنسجة هو أن يعرف السم أو أن يستخلصه. ولقد نجحت هذه الطريقة بالفعل في انتخاب سلالة من البطاطس مقاومة للفحة البطاطس وفى انتخاب سلالات مقاومة للأمراض في الكثير من النباتات كالطماطم والجزر والبطاطا وغيرها . بل ولقد نجحت فى تطوير سلالة من الذرة مقاومة لبعض أنواع مبيدات الحشائش غير الضارة بالبيئة أو بالإنسان أو الحيوان ، والتى (كثيرًا ما تُبيد) المحصول نفسه – وانتخاب مثل هذه السلالة من الذرة سينجيها من فعل مبيد الأعشاب عند استخدامه .

كثيرًا ما تظهر عن زراعة نسيج نباتى واحد فى مستنبت ، نباتاتٌ تتباين كثيرا (وهذه ظاهرة تسمى التباين الخضرى الكلونى)) على الرغم من أنها ، فرضًا ، متطابقة وراثيا . يبدو أن هذا الفرض ليس صحيحًا تمامًا ، فمن الممكن للمربى أن ينتخب بينها وينتج سلالات مختلفة ثابتة وراثيًا . ولقد أمكن بالفعل استغلال هذه النباتات الخضرية الكلُونية فى

استنباط سلالة من قصب السكر مقاومة لمرض العين الذى يسببه أحد الفطريات ، إذْ أضيف السم الذى يفرزه هذا الفطر إلى مكونات البيئة المغذية بالمستنبت ، لتُرفع نسبته فى كل جيل نسيجى ، حتى أمكن إنتاج السلالة فى ظرف عام لا أكثر ، وهى المهمة التى لم يكن لمربى النبات التقليدى أن ينجزها فى أقل من عشرة أعوام .

تكنولوجيا زراعة الأنسجة كوسيلة لرفع الإنتاج

وقد تستخدم تقنية زراعة الأنسجة ذاتها فى التكثير الخضرى لنباتات أشجار ممتازة دون اللجوء إلى البذور التى قد تخذل المربى كثيرًا. فأنت إذا عثرت على نخلة واحدة أثمرت بلحًا أكثر حلاوة، أمكنك بتقنية زراعة الأنسجة أن تَنْسخ منها ملايين الأشجار إن أردت ، وأمكنك أن تعرِّض الأنسجة فى المستنبتات لضغوط (مَرَضية أو ملحية أو حرارية) لتنتخب الأفضلَ من الخلايا - بينما لا يمكنك بطرق الفلاحة التقليدية (الفسائل)، أو بطرق التربية المعروفة ، أن تنتج من مثل هذا النبات الطيب إلا عددا محدودا من النسل . ولقد نجحت هذه الطريقة نجاحا باهرا فى نخيل الزيت oil palm الذى كان حتى عهد قريب يكاثر بالبذرة ، فلقد طورت إحدى الشركات العالمية بإنجلترا تكنيك زراعة أنسجة هذا النخيل ، لترسل أولى شتلاتها للزراعة فى ماليزيا عام ١٩٧٦ ، فتثمر عام ١٩٧٨ ، بزيادة فى غلة الزيت تبلغ ٣٠٪ . كما نجحت الآن تقنية زراعة أنسجة نخيل البلح ، وقد يعنى هذا توقعا بزيادة

جودة الثمار والمحصول ، وزيادة فى أعداد ما يزرع من الأصناف الممتازة بطيئة التكاثر ، وإغراءً بزيادة المساحات الصحراوية التى تزرع نخيلاً .

وقد تستخدم تقنية زراعة خلايا النبات وأنسجته أيضا فى توفير بعض المنتجات الزراعية - دون نبات . من الممكن أن تستزرع فى المستنبت مثلا أنسجة نبات الفانيليا ، وأنسجة أشجار الصمغ ، لتنتج منها الفانيليا والصمغ فى المعمل دون مَزارع ، ونوفر الأرض لزراعة محاصيل أخرى . (لكن مثل هذا الأمر قد يشكل بالفعل خطرًا بالنسبة لمدغشقر التى تعتمد على تصدير الفانيليا فى توفير جانب كبير من دخلها من النقد الأجنبى ، وبالنسبة للسودان المُصَدِّر للصمغ العربى) . ولقد تمكنت إحدى الشركات بالفعل عام ١٩٩١ من إنتاج الفانيليا من مزارع الأنسجة - والفانيليا التى تنتجها بالطبع ليست اصطناعية ، إنما هى مطابقة تمامًا لما تنتجه بذور أوركيدة الفانيليا . وهناك الآن من العلماء من يحاول إنتاج ألياف القطن من مزارع الأنسجة . بل وهناك مَنْ قد تمكّن فعلاً من تنمية الحويصلات التى تحمل العصير فى ثمار البرتقال والليمون والجريب فروت - لينتج عصائر الموالح من مزارع الأنسجة - دون ثمار ، دون أشجار . كما نجح آخرون فى تنمية الجزء المأكول من ثمار الكريز . إن تقنية زراعة الأنسجة قد تخدم كثيرًا فى توفير الأرض لزراعات أخرى ، وفى توفير منتجات تقنية زراعية لبعض النباتات ، حتى فى بلاد ومناطق لا تصلح زراعتها فيها أصلاً لاختلاف المناخ مثلا أو التربة .

البيوتكنولوجيا وتسميد النبات

النتروجين (الأزوت) واحد من أهم العناصر التى يحتاجها النبات لبناء أنسجته – فكل حامض أمينى فى بروتين يحتوى ، بجانب الكربون والأيدروجين والأكسجين ، على ذرة نتروجين على الأقل . يشكل النتروجين نحو أربعة أخماس الهواء الذى نتنفسه ، لكن النباتات لا تستطيع أن تستفيد منه إلا إذا كان فى صورة أزوت (مُثَبَّت) fixed ، إما متحدًا مع الأكسجين فى صورة نترات أو مع الأيدروجين فى صورة أمونيا . يوفر المزارع لنباتاته الأزوت فى شكل أسمدة اصطناعية غالية الثمن . ولقد تضَاعف المستَهْلَكُ من مثل هذه الأسمدة بصورة هائلة مع تطوير السلالات غزيرة الإنتاج من محاصيل الحقل ، فمثل هذه السلالات تحتاج من الأزوت ما يزيد كثيرا عما توفره التربة طبيعيا .

ليس هناك من الكائنات الحية ما يمكنه تثبيت النتروجين سوى بعض أنواع البكتريا والطحالب الخضراء المزرقّة blue green algae – لكن بعض النباتات قد تمكنت من خدعة . ثمة عائلة من النباتات يمكنها أن توفر لنفسها الأزوت : عائلة البقوليات التى تضم الفول والفول السودانى والعدس والبسلة والفاصوليا واللوبيا والحمص والترمس والبرسيم . تؤوى جذور هذه النباتات أنواعا مختلفة من بكتريا الريزوبيوم Rhizopium المثبِّتة للنتروجين ، التى تعيش فى صورة تكافل مع هذه النباتات : النبات يوفر المأوى والطاقة ، والبكتريا توفر له الأزوت . عندما تدخل البكتريا الشعيرات الجذرية ، وتتحرك نحو لحاء الجذر ، تَنْشط بها جينات معينة تؤدى إلى ظهور نتوءات تسمى العقد الجذرية ، سرعان

ما تمتلىء بملايين البكتريا التى تقوم بتثبيت النتروجين ، وتعمل كمصنع لتوفير الأزوت للنبات العائل . ولما كانت البكتريا تختلف فى قدرتها على تثبيت النتروجين ، فقد تمكن المربون من استنباط سلالات منها أكثر كفاءة . لكن الحقيقة هى أن جذور أهم محاصيل الحقل من النجيليات (القمح والذرة والأرز) لا تؤوى مثل هذه البكتريا . ولقد اتضح أن أنواع نباتات البقول المختلفة تفرز موادا معينة تجذب بها إليها أنواع الريزوبيوم الخاصة بها . من الممكن إذن التفكير فى تطعيم المادة الوراثية للنباتات النجيلية بالجينات المشفرة لمواد الجذب هذه .

تثبّت البكتريا الأزوت عن طريق إنزيم النتروجينيز nitrogenase وجهاز وراثى يسمى (جهاز تثبيت النتروجين – نيف) Nif مؤلف من نحو اثنى عشر جينا . أمكن بالفعل نقل هذا الجهاز على بلازميدة إلى بكتريا إ. كولاى فأصبحت هذه البكتريا تثبت النتروجين . ومن الطبيعى أن تجرى المحاولات لنقل هذا الجهاز إلى النباتات غير البقولية لتثبت هى ذاتها النتروجين ، أو أن يُنْقَل جهاز نيف هذا إلى بعض البكتريا الحرة فى التربة لتثرى التربة بالنتروجين المثبت .

من المثير هنا أن نذكر أن بعض العلماء قد اكتشفوا، منذ عام ١٩٣٨ ، أن دخول الريزوبيوم إلى الشعيرات الجذرية لنبات الفول (وغيره من البقوليات كما اتضح فيما بعد) يدفع بعض الجينات الصامتة فى الجهاز الوراثى للنبات إلى العمل والتعبير عن نفسها ، فتنتج داخل العقد الجذرية صبغةً حمراء ثبت أنها هيموجلوبين دم . تتكون هذه الصبغة من أربع سلاسل من الأحماض الأمينية (أ، ب،جـ ، د) – السلسلتان أ، جـ

تشبهان سلاسل الجلوبين فى الحيوانات العليا ، أما السلسلة أ بالذات فتشبه كثيرا سلسلة جاما فى هيموجلوبين الأجنة البشرية .

والواقع أن بالتربة – كما ذكرنا – بكتريا حرة يمكن أن تُستخدم كمصدر أزوت للنبات . من هذه النوعُ كلبسييلا Klebsiella . ولقد أمكن استنباط سلالة من هذه البكتريا تحمل طفرة في جين بها تجعلها تنطلق تنتج أيونات الأمونيا في البيئة حولها دون توقف ، بغض النظر عما وصل إليه تركيز هذه الأيونات – فالجين الطافر يغلق آلية التغذية المرتدة .

وهناك مشاريع هدفها تحسين علاقة تكافل ثلاثي معروفة من زمان طويل لدى مزارعي الأرز في فيتنام والصين ، وذلك لتوفير الأزوت لنبات الأرز ، إذ ينمو في حقول الأرز سرخس مائي اسمه أزولاً Azolla يعيش في أوراقه طحلب أخضر مزرقّ اسمه أنابينا أزولّي Anabaena azollae . ومع تحلل سرخس أزولاً يصبح الأزوت الذي ثبته به الطخلب متاحًا لنبات الأرز . يعمل المهندسون الوراثيون على دفع هذا النظام التكافلي إلى إنتاج مستويات من الأزوت المثبت أعلى ليخدم في تسمين الأرز وزيادة إنتاجه .

نباتات مطعمة بجينات بشرية

الضرب (١) من مرض السكر diabetes في الإنسان ينشأ عندما يهاجم الجهاز المناعيُّ خطأ بعض بروتينات الجسم ، وبالذات بروتينًا يسمى جاد GAD ، على الخلايا المفرزة للإنسولين بالبنكرياس – الهرمون الضروري لحفظ المستوى الصحيح من السكر في الدم . إذا ما تحطمت هذه

الخلايا ، أصبح على المريض أن يلجأ يوميًا إلى حُقَن الإنسولين . ركزت دراسات كثيرة على تعاطى المريض بالفم لكميات وفيرة من بروتين جاد هذا حتى يُمنع الجهاز المناعى من تدمير خلايا البنكرياس ، وكانت المشكلة هى صعوبة تصنيع هذا البروتين بكميات تسويقية .

نجح بعض الباحثين الكنديين مؤخرًا (يوليو ١٩٩٧) فى إيلاج الجين المشفر لبروتين جاد فى دنا نباتات البطاطس ، وأنتجوا بطاطس تحمل مستويات عالية من هذا البروتين . ثمة سلالة من فئران أنتُخبت للحساسية العالية لمرض السكر ، وتعتبر نموذجًا ممتازًا لحاملى الضرب (١) من مرض السكر – فلها نفس تركيب البنكرياس ولها نفس الاستجابة المناعية . غذيت عينة من فئران هذه السلالة بالبطاطس المهندسة وراثيًا ، وكانت النتائج مشجعة جدًا ، ويجرى الآن تجريبها على البشر . يعتقد الباحثون أن أكل النباتات المهندسة وراثيا هندسةً ملائمة قد تنجح حتى فى منع طرد الجسم للأعضاء المزروعة فيه .

وقد أمكن بالفعل إنتاج الكثير من النباتات المطعمة بجينات بشرية تشفر لبروتينات بشرية : بطاطس تنتج ألبيومين الدم ، لِفْت ينتج الإنكفالين ، الذى يفرزه المخ لمنع الألم ، نبات تبغ ينتج إنترلوكي – ٢ ، وخضراوات وفواكه (كالموز والطماطم والبطاطس) تحمل فاكسينات بشرية للسعال الديكى والالتهاب الكبدى الوبائى ب ، وأمراض الإسهال والتيتانوس والدفتريا ، بل وتحمل أجسامًا مضادة لبكتريا تسوس الأسنان .

(٧)
اللاضيُون:
أعــداء التكنولوجــيا

كان الجريح يتألم، عذبوه كثيرا حتى أوشك على الموت، لكنه لم يعترف، لم يعرفوا منه شيئا عن الجيش السـرى الـذى ينتمـى إليـه. وفجأة فتح الرجل عينيه ونظر إلى من يعذبه وهمس قائلا:

– هل أنت ممن يكتمون السر؟

جاءه الرد سريعا فى لهفة:

– نعم.. نعم..

أغمض الجريح عينيه ثانية ثم قال:

– وأنا مثلك!

ثم فاضت روحه.

حدثت هذه الواقعة فــى إنجلـترا فـى أوائـل العقـد الثـانى مـن القـرن الماضى. كان الرجل ينتمى إلى الحركة التى قام بها من يسمى «الجـنرال» نيـد لاض Ned Ludd . كـانت ثورتـه فـى الحـق هــى أول ثــورة ضــد التكنولوجيا الجديدة. انتهت حركة اللاضيين سريعا، وبعد أربعــين عامًـا رفض من بقى منهم حيا أن يقصوا قصتهم، رأوا جميعـا أن يحملـوا السـر

معهم إلى القبر. قسم مقدس هذا الذى أقسموه ألاّ يبوحـوا بالسر؟ أى سـر كان هذا؟ لازلنا إلى الآن لا نعرف حتى ما إذا كـان هنـاك حقـا شـخص اسمه لاض، أم أنه كان مجرد إشارة إلى قصة فولكلورية ذائعة آنئذ. لكنـا نعرف ما قامت به ثورة اللاضيين وما قام به جيشهم السـرى. لقد أثـاروا اضطرابات وصفها بعـض المؤرخـين بأنـها أوشـكت أن تصـل إلى «حـرب أهلية»، ورأى البعض الآخر أن ثمة رابطـــة سـرية كـانت تربطـهم بمـن يتعاطفون مع الثورة الفرنسية.

كيف بدأت حركة التمرد

فى نوتنجهام وما حولها بدأت حركة اللاضيين. الريف هنـاك هـادئ يحيا بتقـاليده العريقـة، عمـال النسـيج المـهرة يتمتعـون بمكانـة سـامية، يغزلون وينسجون بأيديهم، في منازلهم، المُخَرَّمات والجوارب والأصـواف التى تملأ الأسواق الإنجليزية وتصدر إلى الخـارج. منتجاتـهم ذات سمعـة طيبة وجودة عالية. يدربون الصِبْية فــى المنـازل ويلقنونـهم تقـاليد المهنـة لتحتفظ منتجاتهم بسـمعتها الممتـازة. دخلـهم مـن المهنـة يكفيـهم. كـانوا يستأجرون الأنوال، بينما يوفـر لهـم بعـض رجـال الأعمـال المـادة الخـام ويقومون بتسويق منتجاتهم. وكان ثمة ما يحميهم: قرار ملكى قديم يحدد إنتاج أنواع معينة من المنسوجات داخل نطاق عشرة فراسخ من نوتنجهام. سعداء كانوا بنظام حياتهم هذا المتواضع.

وعلى بداية القرن التاسع عشر اضطربت الأوضاع فى إنجلترا: نابليون يحكم أوروبا، الجيش البريطانى منهمك فى حرب عقيمة بشمال أمريكا، المدن والقرى تتحول جذريـا تحـت زخـم الثـورة الصناعيـة العالميـة التـى

بدأت نحو عام ١٧٨٠، والتى تعيد تشكيل الطبيعة الأساسية للعلاقات التقليدية والاجتماعية.

ظهرت ماكينات بدائية لصناعة الجوارب ولإزالة وبر الأنسجة الصوفية، يمكن بها لعامل واحد غير ماهر، ومعه صبى، أن ينجز فى يوم واحد ما يتطلب أسبوعًا من العامل الماهر. هددت هذه الآلات مصدر رزق هؤلاء العمال، هددت كيانهم الاجتماعى، هددت أسلوب حياتهم. هددهم شبح المصنع (بيت الرعب) والاستغلال البشع للنساء والأطفال. لم تعد للمهارة قيمة. انتهت الحرية الفردية للنساج يعمل فى منزله على إيقاع دولاب الغزل والفول، وأصبح عليه كى يجد لقمة العيش أن يعمل فى مصنع، على إيقاع دقات الساعة وضجيج الآلة وصفارة المصنع وأوامر صاحبه – مصنع شُيِّد بالفعل ليشبه السجن. لقد تحرك ميزان القوى بعيدا عن النساج نحو صاحب المصنع.

فى نفس ذلك الوقت اتخذت حكومة المحافظين سياسة عدم التدخل فى الشئون الاقتصادية، إلا لحماية الأمن وحقوق الملكية. أصبح على النساجين أن يخضعوا لجوّ المصنع الكئيب، وارتفعت أسعار الغذاء وكل متطلبات الحياة. الماكينة تنتج بالجملة منسوجات رديئة النوعية. الماكينة هى مصدر قوة صاحب المصنع، هى نهاية المجتمع وعاداته الموروثة. يمكن للنساجين أن يضغطوا على أصحاب المصانع بالتهديد بتحطيم الآلات حتى يستجيبوا لمطالبهم برفع الأجور وتحسين أوضاع العمل.

وفى عام ١٨١١ بدأت حركة نيد لاض تتخذ شكلا واضحًا، أصبح لها جيش سرى أشبه بجيوش حرب العصابات. انتشر اللاضيون فى

مقاطعات يوركشاير ولانكشاير وشيشاير وديربشاير ونوتنجهام. كانوا يهاجمون الآلات لتحطيمها، لا لعداء خاص للآلات في حد ذاتها، وإنما لأنها هدف تسهل مهاجمته. بدأوا يحطمون الماكينات لإثارة انتباه أصحاب المصانع، بينما بدأت المصانع تشترى ماكينات أكبر وأفضل.

ثم بدأ اللاضيُّون العمل

كانت وسيلة أتباع لاض فى الهجوم على المصانع واحدة: يمضون إلى المصنع ليلاً ملثمين مسلحين بالفئوس والعصى والحجارة، ويقولون إنهم قد جاءوا بناء على أوامر الجنرال لاض، ثم يقومون بتحطيم الماكينات التى قطعت أرزاقهم وكأنهم يؤدون طقوسًا وشعائر.. ولقد يتم ذلك فى وجود صاحب المصنع. كانوا يتجنبون العنف تماما، ولا يمسون شيئا آخر غير الماكينات. كانوا يعرفون المسالك الخلفية بين القرى، فإذا ما هددهم جيش الحكومة اختفوا بسرعة فى نفس التلال والغابات التى احتضنت يوما أسطورة روبين هود. وكان السكان المحليون يتعاطفون معهم.

بدأت أولى عملياتهم ليل الاثنين ٤ نوفمبر ١٨١١. تجمعت فرقة صغيرة ملثمة مسلحة بالفئوس والحجارة ومضت إلى مصنع هولنجزويرث فى قرية بولويل على مقربة من نوتنجهام. تركوا واحدا منهم بالخارج للحراسة، واندفعوا داخل المصنع وحطموا ست ماكينات. وبعد أسبوع وفى ليل الأحد قامت فرقة أخرى بنفس الهجوم على نفس المصنع، لكن صاحبه كان مستعدا – كان قد أرسل بعض آلاته وخزَّنها فى نوتنجهام، ودبر الأمر بحيث يبقى بالمصنع ليلا سبعة أو ثمانية عمال مسلحين

بالبنادق يحرسون سبع الماكينات الباقية. وصل اللاضيون وطلبوا من الرجل أن يترك لهم الماكينات، فرفض، وبدأ إطلاق النار. سقط شاب من المهاجمين جريحا، لكنه صاح بزملائه قبل أن يموت «تقدموا أيها الشجعان. إنني أموت وقلبي مستريح!». حملوا جثته إلى حافة غابة قريبة، ثم عادوا في غضب طاغ، ليجدوا صاحب المصنع وقد هرب ومعه عائلته وحراسه، فحطموا الآلات وأشعلوا النار في المنزل. في نفس هذه الليلة قامت جماعة أخرى بتحطيم عشر ماكينات في كيمبرلي.

وفي يوم الثلاثاء تمكن اللاضيون من عربة في صاطون تحمل ثمانية أنوال، وحطموها، كما هاجم ألف منهم بلدة صاطون ومعهم فئوسهم، وقيل إن ثلاثمائة منهم كانوا يحملون البنادق والمسدسات، وحطموا نحو ٧٠ ماكينة كانت تخصّ رجلا يدعي بيتس قيل إنه مات على الفور عندما علم بذلك. وعلى نهاية نوفمبر بلغ عدد ما حطم من الماكينات مائة، ليصل في ديسمبر إلى مائتين وخمسين.

ثم انتهت اللاضية

استمرت الحركة تدمر الماكينات. أحست السلطات بالخطر الجسيم، ورأت في اللاضية مقدمة لثورة محتملة، فملأت منطقة «مثلث اللاضيين» بالجواسيس والمخبرين، ورصدت مكافأة قدرها ٢٠٠٠ جنيه (مبلغ هائل في ذلك الحين) لمن يقدم معلومات تفضي إلى الإدانة. كان القانون يعاقب من يحطم الماكينات بالنفي أربعة عشر عاما، فأصدر البرلمان في ١٥ مارس ١٨١٢ قانونًا رفع العقوبة إلى الإعدام. أرسلت قوات الجيش إلى

المنطقة، حتى ليصل العدد فى مايو ١٨١٢ إلى ١٤٤٠٠ جندى. انتهت مرحلة اللاعنف لدى اللاضيين عند مصنع بيرتون فى ٢٠ أبريل ١٨١٢، عندما هاجمه عدد يفوق الألف من اتباع لاض المسلحين بالفئوس والعصى، إذ قاومهم حراس المصنع. فأحرقوا بيت صاحبه، لتقابلهم قوة عسكرية وتقتل عددا منهم. بدأ جيش لاض يزود نفسه بالأسلحة النارية.

ظهر منشور في سوق شيسترفيلد عام ١٨١٢ يهدد بنسف البرلمان. ويلعن «الأوغاد الذين يحكمون إنجلترا» ويعد بقطع رءوسهم عند وصول الجنرال لاض وجيشه. ووُزع فى ليدز فى نفس العام منشور لاضيّ يطلب من أهل الريف أن يتقدموا بأسلحتهم ليتخلصوا من عبودية عجوز أحمق، وابن له أكثر حماقة، ووزراء أوغاد من أتباعه، واستحث الريفيين أن يتبعوا المثال النبيل الذى قدمه مواطنو باريس. ثم طُلب منهم الاتصال بالجنرال لاض، قائد جيش الإصلاح.

وأخيرا تمكن جوزيف رادكليف حاكم هادرسفيلد بمعاونة جواسيسه من معلومات أدت إلى القبض على قادة اللاضيين. قُدموا لمحاكمة خاصة عقدت في قلعة يورك فى يناير ١٨١٣، فأدين أربعة وعشرون أعدم منهم سبعة، ونُفِي الباقون سبع سنوات. وانتهت الحركة اللاضية.

الشاعران واللاضية

كانت موافقة مجلس للوردات على قانون إعدام محطمي الماكينات موافقة بالإجماع – إلا صوتا: صوت الشاعر اللورد بيرون. كتب قبل صدور القانون بثلاثة أيام قصيدة جاء فيها:

إن البعض منا – مؤكدا – قد أفزعه،
إذا ما استغاثت المجاعة وتأوه الفقر،
أن يصبح ثمن الحياة أقل من ثمن جورب
وأن يقود تحطيم آلة إلى تحطيم عظام إنسان!

أما صديقه الشاعر بيرسي شيلي فقد أنشأ صندوقا لجمع الأموال لرعاية يتامى اللاضيين. ولقد كانت اللاضية هي المحرك الأول لزوجته ماري شيلي عندما كتبت رواية «فرانكنشتاين» – الرواية التي لا تزال حتى الآن أبلغ وأجمل رسالة ضد الآلة.

اللاضيُّون الجُدُد

لم يحقق اللاضيون الكثير، لكنهم أصبحوا المرادف لمعارضة التكنولوجيا. يوصف باللاضيّ Luddite الآن كل من يخشى التكنولوجيا الحديثة أو يكرهها ويعمل ضدها – وفي هذا ظلم بيِّن لقدامى اللاضيين. لقد كانوا بؤساء حقا، وجدوا أسلوب حياتهم ينهار فجأة، وجدوا أرزاقهم وبلا مقدمات توكل إلى من لا يرحم من أصحاب المصانع. هم كما ذكرنا لم يكرهوا الآلة لذاتها، لم يكرهوا الجديد من التكنولوجيا، إنما رأوا فيها الشيطان الذى قلب حياتهم رأسًا على عقب. قاوموها لأنها تحطم صناعة لهم عاشوا عليها طويلا وقد حان أوان زوالها. كانوا يدافعون عن أنفسهم – بالمعنى الحرفي– وعن عائلاتهم وعن تقاليدهم ضد عدو هبط عليهم على حين غرة، ولم يكونوا مستعدين للقائه ولم يُمنحوا الفرصة للتكيف معه.

أما اللاضيون الجدد فهم جماعة مختلفة الأصول تجمعهم حمية العمل ضد التكنولوجيا الحديثة، جماعة تخوض معركة جديدة في حرب قديمة. هم لا يحاربون من أجل حياتهم مثل من سبقوهم، إنما من أجل فكرة ترى أن التكنولوجيا عمرها ما كانت محايدة، وأن فيها نهاية العالم: الكمبيوتر، الإنترنت، الهندسة الوراثية، البيوتكنولوجيا - كل هذه مبتكرات تؤذن بنهاية العالم! هم يكرهون التكنولوجيا لذاتها، وليس من شبه بينهم وبين القدامى سوى أنهم جميعا يسعون إلى تحطيم التكنولوجيا.

يمضي كارهو الماكينات مرة أخرى في أوائل التسعينات من قرننا هذا إلى «مثلث اللاضيين» نفسه، في حملة هائلة، ليوقفوا استخراج الخث من منطقة خارج ليدز، ولا يتوقفون إلا بعد أن يدمروا من الآلات ما قيمته مائة ألف جنيه! يظهر رمز من رموزهم على شاشة التلفزيون وفي يده مطرقة يحطم بها جهاز كمبيوتر أمام المشاهدين - ثم يكتب فيما بعد على الكمبيوتر ما يشاء من مقالات وكتب تهاجم التكنولوجيا. يحرقون حقول ذرة وصويا مهندسة وراثيا بدعوى المحافظة على الطبيعة نقية مثلما تسلمناها، عذراء طاهرة لم تمسسها تكنولوجيا - وينسون أن كل المحاصيل الزراعية قد حُورت وراثيا من أسلاف برية قديمة، إنما بطرق أخرى، بل وأن ابتكار الزراعة ذاتها كان أكبر «اعتداء» على الطبيعة العذراء. يعطلون تفريغ شحنات الصويا المهندسة وراثيا في الموانئ وشعوبهم في حاجة إليها. لو أن الكمبيوتر أو الإنترنت أو الهندسة الوراثية قد فعلت بنا

مثلما فعلت الثورة الصناعية باللاضيين الأوائل، لو أنها ظهرت فجأة من حيث لا نحتسب، إذن لفهمنا لهم سببا ووجدنا لهم عذرا. لكن التكنولوجيا إذا أردنا الحق قد يسرت الكثير من أمور حياتنا.

التكنولوجيا دينًا

هناك من الناحية الأخرى – وفى أمريكا خصوصا – من يثق فى التكنولوجيا ثقة عمياء، حتى لتصبح لديهم أشبه ما تكون بالدين. وإذا ما أصبحت التكنولوجيا دينا، وفى وجه ثقافة أجهزة الإعلام الصاخبة الضارية المبهرة، فإن الأمر يصبح خطرا. فأغلب الأمريكيين – وحضارتهم حضارة داروينية للغاية – يعتقدون أن فى وسع الماكينة أن تفعل كل شيء: يمكنها أن تزيل الأورام السرطانية، أن تكسب الحرب، أن تصل إلى القمر وتبلغ المريخ. هم يقولون إن التكنولوجيا قد دمرت بالفعل الملايين من الوظائف، لكنها فى الوقت نفسه قد وفرت ملايين أكثر غيرها، وأضافت الكثير إلى الحضارة والمعرفة والحركة ووقت المتعة، كما وفرت للإنسان المعاصر حياة أطول.

الركود أم التغير؟

التكنولوجيا الجديدة دائما ما تكون مزلزلة، كذا علمنا التاريخ، تحطم الماضى، وتكدر الحاضر حتى تُستوعب، وتجعل المستقبل لفترةٍ غامضا ملتبسًا، ومن ثم فهى لابد أن تصطحب فئة تقاومها. وعودة اللاضية أمر متوقع، فلقد تُستغل التكنولوجيا الحديثة فى قهر الإنسان إذا لم تعالج بحرص وإذا تمكن منها «من لا يرحم». قد توفر

غذاء أكثر، ودواء أفضل، واتصالات أوثق وأوسع. لكن علينا دائما أن نسأل مع من يسأل عندما يظهر فتح تكنولوجي جديد: في أي غرض سيُستعمل؟ ما هي المشكلة الملحة التي تطلبت هذا الحل؟ أهو حل طيب لهدف غير طيب؟ من سيكسب منه ومن سيخسر؟ هل سيركز السلطة في أيدى قلة؟ هل سيعلي من شأن الإنسان الفرد؟

ثم علينا أن نسأل أنفسنا أيضا: أركود نود أم تغير؟ هل يصبح عالمنا أبسط وأسهل وأجمل وأكثر أمنا إذا ما ظل ثابتا في مكانه لا يتحرك؟ أيمكننا حقا أن نتوقف عن الحركة؟ يقول بريور والتر: «إننا لا نستطيع أن نبقى ثابتين في مواقعنا. لسنا صخورًا. الحداثة هي التقدم، الهجرة، الحركة. الحداثة صفة من صفات الحي. هي ما تقوم به الكائنات الحية. إننا نتوق ونرغب. حتى لو كانت رغبتنا هي السكون. فهي رغبة. حتى إذا مضينا بأسرع مما يجب. لا يمكننا الانتظار. فماذا ننتظر؟».

(٨)
أغذية فرانكنشتاين ؟

يثير التقدم العلمي طول عمره مشاكل جديدة بديلاً عن المشاكل القديمة التي يقوم بحلها، وتقوم ضده عادة، وضد ما يتولد عنه من تكنولوجيات جديدة جبهاتٌ تعارضه وتحاول تشويه صورتة، وتطلب العودة إلى القديم المريح الذي تعودنا عليه، والذي كان هو الآخر يوما ما جديدًا وكريها! تقوم جماعات المعارضة هذه بتضخيم مثالب الجديد، فتبرز عيوبه وتهول منها وتضيف إليها وتلح عليها في شتى وسائل الإعلام، وتتجاهل في الوقت نفسه فوائده وكل ما قد يقدمه من خير للمجتمع، حتى يخافه الناس ويتوجسون منه الشر فيعرضون عنه. والغريب أن العلماء أنفسهم هم أول من يكتشف المثالب إنْ وجدت، وهم أول من يتحدث عنها، وهم أول من يبادرون بالعمل على علاجها وتلافيها - كذا الطريق السوى للعلم.

ولقد أثارت التكنولوجيا الحديثة للهندسة الوراثية، وتثير، ضجة في أيامنا هذه ملأت الأسماع. توسل «اللاضيون» الجدد بكل ما يحرك عواطف الناس ويخيفهم ويمس معتقداتهم، حتى أطلقوا على الأطعمة المحورة وراثيا اسم أغذية فرانكنشتاين! ستسبب هذه الأغذية السرطانات وتنشرها - خذوا بالكم - ستسبب الحساسية للكثيرين منكم وستقلل مقاومة الجسم وتضعف مناعته. يقولون هذا ولا نسمع الآن منهم أنهم

يعارضون استخدام الإنسولين البشرى الذى تنتجه بكتريا محـورة بإضافـة جين بشرى إلى مادتها الوراثية ينتج الأنسولين، ينسون هذا الأمر تمامـا، رغم أنه بالطبع من «أدوية فرانكنشتاين»! وينسون أمر حيوانات المزرعـة المحورة وراثيا بجينات بشرية لتُنتج فى ألبانها عقاقير للبشر. يقولون هذا وينسون أخوتنا من البشر يقتلـهم الجـوع إذ يـتزايد تعـداد سـكان الأرض وتتصحر الأراضي ويقل الماء العذب! ما هى القصة؟

بداية القصة

يزداد تعدادنا نحن البشر، سيصل عددنا قريبـا جـدا إلى سـتة بلايـين نسمة. مساحة الأرض الزراعيـة كمـا هـى، إن لم تكـن تتـآكل بـالتصحر. كيـف يمكـن أن نوفـر الطعـام لكـل هـذا الأفـواه. ضـاقت، واسـتحكمت حلقاتها. عندئذ يلهم اللهُ العلماء مـن عبـاده بأفكـار جديـدة تفتـح سـبيلا لاستغلال ما وفره سبحانه لهم من موارد.

بدأت القصة فى عـام ١٩٥٣ عندمـا نشـر واطسـون وكريـك بحثـا مـن صفحة واحدة وصفا فيه التركيب الجزيئى لمادة الوراثة (الدنا). حوّل هـذا البحث علم الوراثة تماما، وقلبه رأسًا على عقب، ونقله إلى طريق غريـب واسع لم يطأه من قبل بشر. اتضح أن المادة الوراثية لكل الكائنات الحية، من البكتريا حتى الإنسان، مؤلفة من نفس المكونات. وكـان مـن الطبيعـى والأمر كذلك أن يتساءل العلماء: إذا كان الله قد خلق الجهاز الوراثى لكل الأحياء من نفس المادة، أفلا يمكن أن ننقل جزءًا مـن المـادة الوراثيـة مـن كائن إلى كائن آخر؟ هل من الممكن أن نجرى جراحـة وراثيـة نطعم بـها

المادة الوراثية لكائن ببعض من جينات كائن آخر؟ نعنى، هل من الممكن أن نجرى «الهندسة الوراثية»؟

وعلى عام ١٩٧٣، بعد عشرين عامًا من نشر بحث واطسون وكريك، نجح العلماء فعلاً في إجراء الهندسة الوراثية. نجحوا فى إتمام تطعيمات جينية بين أنواع مختلفة من البكتريا، وبين البكتريا والفيروسات، وبين البكتريا وضفدع زينوبس. وبدأت ثورة الهندسة الوراثية.

سنين عشرة تمر. وفي عام ١٩٨٣ نجح إيلاج أول جين غريب فى نبات. كان النبات هو نبات الطباق. ثم أخذ عدد النباتات المهندسة وراثيا يتزايد حتى ليصل فى عام ١٩٩٥ إلى أكثر من ستين نوعًا، كان أهمها: شلجم الزيت والذرة وبنجر السكر والبطاطس والطماطم وفول الصويا والقطن. انتشرت التقنية إذن وبدأ استخدامها فى الكثير من بلاد العالم ليصل عدد الدول التى تجرى التجارب الحقلية على المحاصيل عبر الجينية (أى المهندسة وراثيا) إلى أكثر من ثلاثين دولة أهمها الولايات المتحدة وبريطانيا وفرنسا وكندا وهولندا وألمانيا واستراليا. وتنوعت الصفات التي يعمل العلماء على نقل جيناتها من شتى المصادر الحية إلى نباتات المحاصيل: تنوعت من مقاومة لمبيدات الأعشاب، إلى زيادة فترة تخزين الثمار، إلى تحسين الصفات التصنيعية للثمار وزيادة قيمتها الغذائية، إلى مقاومة الفيروسات والحشرات والفطريات والبكتريا. ولقد حظيت صفة مقاومة مبيدات الأعشاب بالذات بأكبر قدر من الاهتمام لأن الحشائش تسبب خسائر تتراوح قيمتها ما بين ١٠ و ٢٠٪ من قيمة المحصول.

وعلى عام ١٩٩٥ كانت الوكالة الأمريكية لحماية البيئة وقد وافقت لأول مرة على نشر أول محصول تجارى مهندس وراثيا: بطاطس تقاوم خنفساء كلورادو. ثم بدأت المساحات التى تزرع بالمحاصيل عبر الجينية تتزايد. فى عام ١٩٩٦ زرعت الولايات المتحدة نحو ثلاثة ملايين فدان بمحاصيل مهندسة وراثيا، وارتفعت المساحة عام ١٩٩٧ لتصل إلى ما يقرب من عشرة ملايين فدان، منها أكثر من نصف مليون فدان من ذرة عبر جينية. فى ذلك العام كان ٢٥٪ من محصول القطن و ١٥٪ من محصول فول الصويا و ٨٪ من محصول الذرة بالولايات المتحدة ناتجا عن بذور محورة وراثيا. ولقد قدر أن يصل ثمن ما يباع من البذور المهندسة وراثيا على عام ٢٠٠٠ إلى ما لايقل عن ستة آلاف مليون دولار.

أصبحت النباتات المحورة وراثيا معنا. ستتزايد نسبة ما يصل إلى موائدنا منها. هل سنتعود عليها بالتدريج حتى ننساها؟ ثم إنها تختلط الآن بمنتجات نباتية أخرى غير محورة؛ وذلك أثناء النقل والتسويق والتصنيع. فول الصويا مثلا يدخل نحو ٦٠٪ من الأغذية المصنَّعة. هل تدخل المنتجات المحورة إلى غذائنا دون أن ندرى فى صحبة منتجات نباتية أخرى «بريئة»؟

لم يظهر حتى الآن نبات واحد مهندس وراثيا يؤذى الإنسان بالشكل الذى يروج له اللاضيون الجدد. ما هى المثالب التى وجدها هؤلاء إذن ليضخموها ويخيفوا الناس منها؟

الجينات الواسمات

زراعة الأنسجة تقنية بسيطة أتقنها العلماء الآن، تُنَمَّى فيها خلايا النبات فى مستنبت غذائى. يمكن للمهندس الوراثى أن يولج ما يود من

جينات غريبة فى هذه الخلايا وهى فى المستنبت، لتُنَمَّى بعد ذلك إلى نباتات كاملة تحمل الجين أو الجينات الغريبة التى يرغب المهندس الوراثى أن يحور بها نباتاته. لكن نسبة الخلايا التى تستوعب الجينات الغريبة نسبة منخفضة للغاية، كما أن النسبة منها التى تعمل بها هذه الجينات وتفصح عن نفسها نسبة هى الأخرى محدودة جدا.

كيف يستطيع المربى إذن أن يتعرف على هذا العدد القليل جدا من الخلايا التى اقتنصت الجين الغريب المرغوب؟ كان من الضرورى أن يضيف المربى بجانب هذا الجين المرغوب جينا آخر واسمًا، يمكن به أن يميز الخلايا التى استوعبت الجين الذى يهمه أصلاً. استُعملت إذن جينات واسمة تضفى على الخلية مقاومة بعض المضادات الحيوية كالكانا مايسين والتترامايسين والبنسلين. فبعد أن تُعَرَّض الخلايا للجين المطلوب نقله مرتبطًا بجين مقاومة المضاد، تُنقل إلى بيئة غذائية تحتوى على هذا المضاد نفسه، فتموت كل الخلايا التى لم تستوعب الجين ويبقى منها فقط ما استوعبه. هنا يقوم المربى بتنمية هذه الخلايا الباقية إلى نباتات كاملة مهندسة وراثيا تحمل الجينين كليهما، ويكاثر منها.

يعمل الجهاز الهضمى للإنسان والحيوان كحاجز طبيعى للدنا، فحموضة أمعاء الإنسان والحيوان تحلل معظم الدنا. لكن تبقى منه نسبة غاية فى الضآلة بالأمعاء والدم، ولقد تنتقل إذن إلى بكتريا الأمعاء، فيعيش من هذه البكتريا ما يقاوم المضاد الحيوى، ليسود فى الأمعاء. من شأن هذا أن يقلل من فعالية المضادات الحيوية عند علاج الإنسان أو الحيوان بها: تقل هذه الخطورة كثيرًا مع المادة النباتية المطبوخة، لكن الحيوانات كما نعلم تأكل الفول مثلا دون طهى. لكن، لنا هنا أن نتذكر

أن حيوانات المزرعة ومنذ نحو خمسين عامًا تتعاطى فى علائقها مضادات حيوية مثل البنسلين والتتراسيكلين، وأن استخدام مثل هذه المضادات فى غذاء الحيوان قد تزايد كثيرًا منذ منتصف الثمانينات، نعنى أن حيوانات المزرعة قد طورت بالفعل بكتريا مقاومة للعديد من المضادات الحيوية. ولنا بالطبع أن نتوقع مثل هذا فى المستشفيات، فالقرائن تشير بوضوح إلى أن الكثير من أنواع البكتريا قد طور مثل هذه المقاومة.

غير أن حل هذه المشكلة من جذورها يمكن أن يتم ببساطة بأن يستخدم العلماء واسمات أخرى غير هذه، مثلاً واسمات لمقاومة مبيد أو آخر من مبيدات الأعشاب تكشف لنا عن الخلايا المهندسة وراثيا، بديلا عن واسمات مقاومة المضادات الحيوية، أو واسمات تنتج ما يسبب لونا فى وجود مواد كيماوية معينة تضاف إلى المستنبت الذى تنقل إليه الخلايا بعد تعريضها للجينات الغريبة.

الحساسية

فول الصويا ينقصه واحد من الأحماض الأمينية العشرة الضرورية لغذاء الإنسان، هو المثيونين. (وعلى الذكر، ينقص الفول البلدى حمضان ضروريان هما المثيونين والسستين). وإضافة الجين المسئول عن هذا الحمض بالهندسة الوراثية إلى الفول سيرفع بالتأكيد من قيمته الغذائية. قام الباحثون بالفعل بنقل هذا الجين من المادة الوراثية لجوز البرازيل إلى المادة الوراثية لفول الصويا، فأصبح الفول غنيا بالمثيونين. لكن، انتقل مع الجين من الجوز جين آخر ينتج مواد تثير نفس الحساسية التى يسببها الجوز للبعض، معنى أن هذا

الفول المحور وراثيا قد تسبب في استجابات أليرجية عند من لديهم أصلا حساسية لجوز البرازيل.

هناك نسبة من الناس تتراوح ما بين ١ و ٢٪ لديهم حساسية طبيعية لهذا النوع أو آخر من الغذاء، لأطعمة كاللبن والبيض والسمك والجوز وفول الصويا والأرز والمشمش والفراولة. تنتج هذه الحساسية عن وجود بروتينات خاصة بهذه الأطعمة تقدح زناد استجابات أليرجية تظهر في صورة ربو أو إكزيما أو حمى القش. ولقد تؤدى أيضا حبوب اللقاح التى يجمعها النحل من النباتات عبر الجينية إلى مشاكل حساسية، ذلك أن بروتينات حبوب اللقاح عبر الجينية قد تبقى فى العسل لبضعة أسابيع، ومنها ما قد يسبب الحساسية لدى البعض. وبالنظر إلى ما نتوقعه من تزايد أعداد النباتات المحورة وراثيا فى الريف، فقد أصبح من الضرورى أن يؤخذ هذا الأمر بما يستحقه من جدية. ولقد بدأ العلماء فى اتخاذ الخطوة الحاسمة لمواجهة هذه المشكلة، وذلك بتحديد تركيب الجينات التى تشفر للبروتينات المسببة للحساسية، حتى يمكن تجنبها عند نقل الجينات من النباتات المعروف أنها تسبب الحساسية للبعض، بل إنهم يحاولون الآن حذف هذه الجينات بالهندسة الوراثية من ذات النباتات التى تثير الحساسية، فلقد أزيل من الأرز تجريبيا جين لبروتين يسبب الحساسية.

الأثر على البيئة

ربما كانت أهم الصفات التى يعمل عليها الوراثيون الآن وينقلونها إلى النباتات الاقتصادية عند التحوير الوراثى هى صفة مقاومة مبيدات

الأعشـاب، حتـى يمكـن للمـزارع أن يـرش حقـول المحـاصيل المهندسـة لهذه الصفة، فتموت الحشائش ولا يتأثر المحصـول. وهناك تخـوف مـن أن تتـهاجن النباتـات المحـورة وراثيـا مـع أقاربـها مـن الحشـائش البرية فتنقل إليها صفة مقاومة المبيـد. الدخـن والشـوفان مثـلا يتـهاجنان مـع الشـوفان الـبرى. ولقـد تبقـى بـالحقل بعـد حصـاد المحصـول بقايـا من المبيد تؤثـر فيما يـزرع بعـده مـن محـاصيل، ولقـد يتبقـى أيضـا بعـد الحصـاد نباتـات محـورة وراثيـا لتظـهر كحشـائش مقاومـة فيمـا يعقبـها من محـاصيل، كمـا يحـدث مـع الشـلجم المـهندس وراثيـا إذا تبقّى فـى حقول القمـح بعـده، ليقـاوم كـل المبيـدات العشـبية التـى تسـتخدم علـى القمـح. ثـم إن الأرجـح أن يتسـبب إنتـاج المحـاصيل المحـورة لمقاومـة مبيـدات الأعشـاب فـى زيـادة قـدر مـا سـينثر مـن هـذه المبيـدات فـى البيئـة، الأمـر الـذى قـد يـؤدى إلى أن تطـور الحشـائش مقاومـة ضدهـا، أو إلى انقراض بعض الأنواع النباتية البرية، وإلى زيادة أعداد من يتسممون بالمبيدات فى الريف.

تتحلل معظم مبيدات الأعشاب فى التربـة، وجينـات مقاومتـها ترفـع بالفعل من غلة المحاصيل المُهَنْدَسَة بها، ولا تختلف المحاصيل المهندسة من الناحية الغذائية عن غير المهندسة. أما تطوير الحشائش لصفة مقاومـة المبيدات فهو لا يختلف عمـا نتوقعـه مـن استخدام المبيـدات الحشـرية، أو عند تطعيم النباتات وراثيا بجينات لقتل الحشرات، إذ تقوم الحشرات بتطوير مقاومتها للمبيدات، حتى أن تصل إلى وضع تسـمم فيـه المبيـدات البيئة ولا تسمم الحشـرات. ولقـد بـدأت مثـل هـذه البـوادر تظـهر حتـى مـع القطـن الـذى هُنـدس لمقاومـة الحشـرات بإضافـة جينـات مـأخوذة

من بكتيرة تحيا بالتربة. ثم إن الكثير من جينات مقاومة مبيدات الأعشاب توجد طبيعيا فى البيئة، فى بعض البكتريا وفى بعض نباتات المحاصيل مثل البرسيم الحجازى.

الجينات الحساسة دينيا

لو أنّا هندسنا نباتات تحمل جينات من الأبقار، فهل يقبل الهندوس أن يأكلوها؟ لو أولجت فى النباتات جينات مأخوذة من الخنزير، فهل يوافق المسلمون واليهود على أكلها؟ يقول بعض علماء المسلمين إن الجينات تحمل معها هويتها، فالجين من الخنزير يظل جين خنزير أينما حل، بينما يرى بعض اليهود أن الجينات تأخذ طبيعة الكائن الذى تنقل إليه، فالجين من الخنزير يصبح جينا نباتيا إذا أولج فى المادة الوراثية للنبات. هذا أمر يجب أن يترك لرجال الدين ليقرروا فيه ما يرونه، وفى الوقت نفسه ليس ثمة سبب حقيقى لاستخدام جينات هذين الحيوانين فى هندسة النباتات وراثيا. ثم هناك مشكلة أخرى مع النباتيين الذين لا يتعاطون الأغذية الحيوانية. هل النبات المطعم بجين حيوانى يعتبر من الأغذية الحيوانية؟ مشكلة عليهم بالطبع أن يحلوها.

إمكانات توفرها الهندسة الوراثية

لكن الإمكانات المذهلة التى تقدمها الهندسة الوراثية للنباتات تفوق كثيرا كل ما يوجه إليها من مثالب. فعلى سبيل المثال، تقدر نسبة ما يفسد من الفواكه والخضروات بنحو ٥٠٪ من المحصول، ولقد أنتجت إحدى الشركات الأمريكية طماطم اسمها فليفر سيفر، لا تختلف عن

الطماطم المألوفة من الناحية الغذائية، لكنها يمكن أن تبقى معروضة على الرف بضعة أسابيع دون أن تفسد، وكل ما يعيب هذه الطماطم هو أنها تحمل جينات تشفر لمقاومة المضادين الحيويين: الكانامیسين والنيوماپسين. وتبذل الآن جهود واسعة لنقل الجين المسئول عن هذه الصفة إلى الكثير من الفواكه والخضروات.

ولقد أمكن بالهندسة الوراثية تغيير تركيب درنات البطاطس بجين منقول من بكتريا كولای يرفع كمية النشا بنسبة تصل إلى ٢٠٪. كما هُندست محاصيل مرتفعة الحلاوة باستخدام جين التوماتين وجين مونيللين، ولهاتين المادتين حلاوة تبلغ بضعة آلاف حلاوة السكر. ويجرى العمل على إضافة حمضى اللايسين والتربتوفين الأمينيين إلى حبوب الذرة، وحمض السستين والمثيونين فى بعض البقوليات. ولقد أمكن تطوير أرز عبر جينى، فى بذوره إنزيم لعلاج مرض التليف الكيسي، وموز عبر جينى تحتوى ثماره على فاكسين الالتهاب الكبدى ب: وكما يقولون، تكفى زراعة ٢٤ فدانا من هذا الموز لتطعيم كل اطفال المكسيك. ويجرى الآن العمل فى مشروع الجين الأزرق (بلو جين) من أجل أسواق البلوجينز، بل لقد تمكنت شركة مونسانتو بالفعل من تصنيع قماش أزرق من هذا القطن لا يحتاج إلى صبغة، ولونه ثابت.

وبعد

النباتات المهندسة وراثيا ستثرى مائدتنا، سترفع المحصول وتقلل الفاقد، سترفع القيمة الغذائية للنباتات، ستقاوم الحرارة والملوحة فى التربة وفي ماء الرى، ستسهم فى توفير الدواء. هى ضرورة فى زمان

تزايدت فيه الأفواه تطلب الطعام. كيف تكون – كما يقول اللاضيون الجدد – أغذية فرانكنشتاين؟

لكن هناك وجهة أخرى. فالمنتِج الحقيقى لكل هذه النباتات المحورة وراثيا شركاتٌ عملاقة متعددة الجنسية. والهدف الأول لمثل هذه الشركات هو الربح. تأخذ هذه الشركات الأصول النباتية من دول العالم الثالث، الموطن الأصلى لنحو ٩٥٪ من نباتات المحاصيل، فلقد قام فلاحو هذه البلاد عبر آلاف السنين باختيار هذه النباتات وتحسينها مع الزمن حتى أصبحت «اقتصادية». تسطو الشركات على هذه النباتات وتأخذها جاهزة بما تحمله من عشرات الآلاف من الجينات، وتضيف إليها جينًا أو بضعة جينات، ثم تحصل على براءة فيصبح ملكية خاصة لها، ثم تفرض شروطها على كل من يود زراعته حتى من أصحابه الأصليين الذين بالطبع لم يسجلوا براءةً لنباتاتهم البلدية! سأنهى هذا الفصل بذكر الشروط التى تفرضها إحدى الشركات على من يود زراعة فول الصويا الذى أنتجته وسجلت براءته، وذلك كما جاءت بكتاب «طعامنا المهندس وراثيا» لمؤلفه ستيفن نوتنجهام:

- يدفع المزارع رسم تكنولوجيا قدره ٥٠ دولارًا عن كل شيكاره بذور تزن ٥٠ رطلا.
- للشركة الحق فى تفقُّد الزراعة لمدة ٣ سنوات.
- على المزارع أن يستخدم مبيد الشركة للأعشاب، ولا غيره.
- على المزارع أن يتنازل عن حق الاحتفاظ بالبذور الناتجة لديه، أو إعادة زراعتها أو بيعها لغير الشركة.

● إذا أخل المزارع بالإتفاق فعليـه «أن يدفـع للشـركة تعويضـا يعـادل ماثة ضعف الرسوم السارية آنئذ لجين مبيد الأعشاب مضروبـا فـى عدد وحدات البذور، بالإضافة إلى اتعاب المحاماة».

يخاطر المزارع بذلك بفقد مزرعته!

.. إلا إذا كانت أغذية فرانكنشتاين تعنى أغذية شركة فرانكنشتاين!!

(٩)
رحلة إلى الماضى

عندما نشر تشارلس داروين كتابه «أصل الأنواع» عام ١٨٥٩ لم يكن قد جمّع أفكاره حول تطور الإنسان. لم يكتب عن أصل الإنسان فى هذا الكتاب إلا جملة واحدة فقط جاءت فى صفحة ٦٦٨ (والكتاب من ٦٧٠ صفحة) قال فيها إن نظرية التطور «ستلقى ضوءًا كثيرا على أصل الإنسان وتاريخه».. ولقد أضاف كلمة «كثيرا» فى الطبعة الثانية. لكنه عالج الأمر بصراحة فى كتابه «أصل الإنسان» الذى نشره عام ١٨٧١. كتب فى صفحة ٢٢٥ من هذا الكتاب الأخير يقول: «يبدو أن العالم.. كان يستعد من زمان طويل لقدوم الإنسان. إن هذا بمعنى ما أمر صحيح تماما، لأن الإنسان يدين بظهوره إلى خط طويل من الأسلاف. لو أن حلقة واحدة من السلسلة لم تتحقق، لما أصبح الإنسان مثلما هو الآن». لم تكن قد كشفت أحفورة واحدة من أسلاف البشر تعضد نظريته، وأبدًا لم يذكر شيئا عن «الحلقة المفقودة».

الحلقة المفقودة

كانت فكرة الحلقة المفقودة موجودة – إن يكن فى غير وضوح – حتى قبل «أصل الأنواع»، وكانت تعنى كائنا انتقاليا: نصف قرد ونصف بشر.

كتب ريتشارد أوين عام ١٨٥٥ – قبل ظهور كتاب داروين – عن الفروق بين القردة العليا والإنسان، وأشار إلى «الحلقة الأخيرة في سلسلة التغيرات بينهما» – الحلقة التي لم يتمكن من العثور عليها. وكان هذا تنويعا على فكرة السلسلة العظيمة للكائنات، التي سادت في القرون الوسطى والتي تعود بجذورها إلى أرسطو: في هذه السلسلة ترتبط أدنى الحيوانات بأعلاها، وأعلاها هو الإنسان الذي يرتبط بالملائكة، فرؤساء الملائكة، فالرب. لم تكن هذه السلسلة تعني التطور، إنما كانت تمثل وضعًا استاتيكيا مستقرًا، ولا تمثل تغيرًا أو تحولاً.

هُذب هذا المفهوم فأصبح يعني هومو إركتس بالذات، وذلك بسبب رجلين من كبار العلماء هما إيرنست هيكل البيولوجي الألماني المبرز، ويوجين دوبوا الطبيب الهولندي.

إيرنست هيكل

ففي عام ١٨٦٨ اقترح هيكل – على أساس نظري بحت دون شواهد – وجود نوع منقرض من البشر يمثل الحلقة المفقودة – نصف قرد ونصف بشر – وأطلق عليه اسم بيثيكانثروبس ألالوس، وتعني الإنسان القردي الأعجم، فقد كان يتوقع أنه يفتقر إلى أهم ما يميز البشر – صفة القدرة على الكلام. لكن هيكل اعتقد أيضا – على خطأ – أن قردة آسيا (الأورانج يوتان، والجيبون بالذات) هي الأقرب إلى الإنسان من قردة أفريقيا. توقع أن يكون هذا الكائن بدائيا، جسمه مكسو بالشعر، له جمجمة طويلة وأسنان بارزة، ويمشي مشية نصف قائمة. كان هيكل

موهوبا فى الحديث وفى الكتابة، وكان له ولع بتوليد نظريات فخمة، حققت له نجاحا جماهيريا ساحقا - وبذا ذاعت فكرته على أوسع نطاق، دون أن تكون لها أية شواهد.

دوبوا وإنسان جاوه

أعجب دوبوا كثيرا بأعمال هيكيل، وقرر أن يكرس حياته للبحث عن هذه الحلقة المفقودة، فشد رحاله إلى جاوه، عثر فى أغطسس ١٨٩١ على ضرس، ظن فى البداية أنه يخص قردًا منقرضًا، لكنه عثر بعد شهرين على جمجمة هومينيدية لم يسبق لأحد أن عثر على مثيل لها. كان حجم المخ الذى ملأها يومًا أكبر من مخ القردة العليا، وأصغر من مخ الإنسان - فاعتقد أنه قد وقع على الحلقة المفقودة. وفى أغطسس ١٨٩٢ عثر على عظمة فخذ أيسر، كانت تشبة كثيرا نظيراتها البشرية حجما وشكلا، اللهم من تضخم عظمى فى طرفها الأعلى ناجم عن إصابة ما التأمت. لكن العظمة كانت تبين بشكل مذهل أنها لكائن يمشى عل قدمين. لم يعد لديه شك فى أن الضرس والجمجمة وعظمة الفخذ جميعا تخص كائنا واحدًا. ولما لم يكن فى مقدوره أن يعرف إن كانت الجمجمة تحمل منطقة بروكا - ليعرف إن كان هذا الكائن أعجما أم لا - فقد رأى أن أفضل اسم يطلقه عليه هو بيثيكانثروبص إركتص، أى الإنسان القردى منتصب القامة. ولقد ظل هذا الاسم ملازمًا لهذا الكائن حتى اقتُرح تغييره فى منتصف أربعينات هذا القرن إلى اسم هومو إركتص، ليصبح هو الاسم الرسمى فقط فى عام ١٩٦٠.

رقم دوبوا السحرى

قام دوبوا بدراسة لم يسبق لأحد قبله أن حاولها: درس العلاقة بين حجم المخ وحجم الجسم فى الأنواع المختلفة. قال إن هذه النسبة تحدد وضع النوع على سلم التطور، كان الأنثروبولوجيون يقدرون حجم المخ لكل ما يقع تحت أيديهم من جماجم، لكن أحدًا منهم لم يحاول أن يستخدم ذلك فى رسم تاريخ التطور.وكان دوبوا يبحث عن رقم سحرى يمكن به أن يتنبأ بموقع الأنواع المنقرضة أو المجهولة فى سجل تتابع التطور. استقر على النسبة بين حجم المخ وحجم الجسم، واعتبرها تساوى واحدًا (١) فى الإنسان. كل نوع عدا الإنسان سيتخذ معاملاً أقل من هذا الواحد، فهى جميعا تقع أسفل الإنسان على سلم التطور. وجد أن هذا المعامل يساوى ١/ ٤ فى القردة العليا التى تسبق الإنسان مباشرة على هذا السلم، تأتى بعدها عائلة الكلاب وعائلة القطط وأقاربها والعائلة البقرية وعائلة الغزلان، وكان معاملها ١/ ٨، وكان المعامل بالنسبة للأرانب هو ١/ ١٦، وبالنسبة للفئران ١/ ٣٢، أما الخفافيش والخلد والثدييات البالغة الصغر فكان معاملها ١/ ٦٤. متوالية كما نرى منتظمة، كل معامل فيها يساوى نصف المعامل الذى يسبقه على سلم التطور: إلا فجوة واحدة صريحة تقع ما بين الإنسان والقردة العليا، فجوة يلزم أن يشغلها نوع معامله ١/ ٢ – الحلقة المفقودة – الرقم الذى يحققه الإنسان القردى منتصب القامة الذى عثر عليه!

ثم بدأ دوبوا يسمع عن تشكك العلماء فى فكرته فى أوائل ١٨٩٣. رأى بعض العلماء أنهم لا يثقون فى أن ما جمعه من عظام قد كانت لكائن واحد. وقال رودولف فيرشوف إن أحفورة دوبوا الرائعة ليست سوى قمة

جمجمة جيبون عملاق منقرض، وأكد أنها لا تشكل الحلقة المفقودة. حاول دوبوا أن يقنع العلماء بفكرته، فمضى يلقى المحاضرات فى لايدن، وفى بروكسل وباريس ولندن وإدنبره ودبلن وبرلين. لكن محاولاته ضاعت سدى. وعلى نهاية القرن التاسع عشر كان قد نُشِر حول كشف دوبوا ما يقرب من ثمانين كتابًا ومقالاً، كلها تقريبا تعارض فكرته.

بلاك وإنسان بكين

كان العالم العلمى معظمه قد فقد الاهتمام بالحلقة المفقودة، عندما أثارت الفكرة اهتمام دافيد بلاك، الطبيب الكندى الذى كان يدرس تطور الإنسان فى مانشستر مع إليوت سميث الاسترالى. كان الاثنان منهمكين فى تحليل وتفسير عظام أحفورة جديدة رائعة وجدها هاو يدعى تشارلس دوسون عام ١٩١١، فى بيلتداون صاصكس، وتتألف من سِنَّة وفك وجمجمة، أضيفت إليها سنَّة أخرى عام ١٩١٣. لم تكن هذه الاحافير سوى خدعة مدبرة دوخت مجتمع علماء الأنثروبولوجيا أربعين عامًا حتى كُشِف سرها عام ١٩٥١. كانت هذه العظام جمجمة بشرية حديثة عمرها بضعة آلاف من السنين، معها فك لأورانج يوتان حُوِّر وصُبِغ بمهارة، يحمل أسنانه الكبيرة بعد أن بُرِدت لتشبه أسنان الإنسان، ثم زُرِعت بين أحافير قديمة لحيوانات مختلفة!

عندما بدأ بلاك فى العمل مع إليوت سميث عام ١٩١٤، لم يكن هناك بالطبع من يتصور أن الأمر مجرد خدعة. كانت أحافير بيلتداون تقول إن مخ هذا «الكائن» كبير يقترب من حجم المخ البشرى. فإذا كان مخ إنسان جاوه الذى عثر عليه دوبوا صغيرا هكذا، فهو إذن ليس

السلف المباشر للإنسان. هو لا يصلح أن يكون الحلقة المفقودة. قرر بلاك عندئذ أن يبحث بنفسه عن الحلقة المفقودة، فمضى في عام ١٩١٩ إلى الصين - كان من المعتقد حتى ذلك الوقت أن آسيا هي مسقط رأس البشرية.

في شوكوتيان قرب بايجينج عثر بلاك، مع زميل سويدى، على سِنَّتين حالتهما سيئة، فاعتبرهما دليلا صريحا على أن وسط آسيا هو موطن أصل العائلة البشرية. ثم أنه عثر على ضرس آخر عام ١٩٢٧، فأسرع يعلن عن جنس جديد ونوع جديد: سينانثروبص بكيننسز - إنسان الصين البكيني - ولم يكن يعرف بالطبع أن هذا الإنسان هو أيضا الإنسان القردى منتصب القامة الذى عثر عليه دوبوا. وفى سنة ١٩٢٩ عثر على أحفورة أخرى أثبتت رأيه: قمة جمجمة هومينيدية، بلا وجه، أكثر كمالاً من تلك التى وجدها دوبوا. الآن تأكد أنه قد عثر على الحلقة المفقودة! نشر هذا، وصدقه المجتمع العلمى. ظل بلاك فى معمله بالصين سنين طويلة يعمل طول الليل فلا يعود إلى منزله إلا فى الساعات الأولى من الصباح ثم لا يستيقظ إلا عند الظهر. وفى يوم ١٥ مارس ١٩٣٤ وجده زملاؤه ميتا على مكتبه ولم يكن قد بلغ الخمسين.

ثم فقد فايدينرايخ الحلقة المفقودة

وكان خليفة بلاك فى الصين هو فرانتس فايدينرايخ، عالم التشريح اليهودى الألمانى، خبير الأحافير الهومينيدية. غادر هذا الرجل ألمانيا

عام ١٩٣٤ وعمره ٦١ عامًا، تاركًا كرسيّه فى جامعة فرانكفورت هربا من النازى. حصل على الجنسية الأمريكية ووظيفة للتدريس فى جامعة شيكاغو، فأتيحت له الفرصة للذهاب إلى بكين ليحل محل بلاك - وهناك قام بأهم حفريات عصره. وقع فى أكتوبر ١٩٣٦ على فك شبه بشرى، ثم على قمة جمجمة جديدة هى أفضل ما عُثر عليه فى شوكوتيان - وإن كانت بلا وجه. ثم كان أن غزا اليابانيون الصين واقتربوا من شوكوتيان، وبدأوا يتدخلون فى عمل بلاك ويهتمون بالأحافير، لاسيما أحافير إنسان بكين، وكان بلاك قد نشر الوصف «الرسمى» لهذا الكائن. بدأ الأمريكيون ينزحون من الصين وقرر فايدينرايخ أن يعود هو الآخر فى خريف ١٩٤١ حاملاً معه أكبر قدر من المعلومات - فقد توقع أن يسطو اليابانيون على المتحف الذى يضم القدر الهائل من الأحافير الذى جمعه. قام إذن بتصوير ورسم وقياس كل ما جمعه من أحافير، كما جهز منها قوالب من الجص، وكتب عنها مذكرات ضافية.

طُلِب منه أن يصطحب الأحافير معه إلى أمريكا، ولكنه رفض، فقد توقع أن تُفتش أمتعته، ووجود الأحافير معه سيعرضه لتهمة التهريب والسجن - كان العقد مع السلطات الصينية ينص على أن تترك كل الأحافير فى الصين. طلب هو من السفير الأمريكى أن ينقل الأجافير إلى أمريكا. غلف كل حفرية بالورق، وبطّنها بالقطن والشاش، وأحكم لفّها، وأودعها صناديق صغيرة، وضعت بعناية داخل أقفاص خشبية كبيرة.

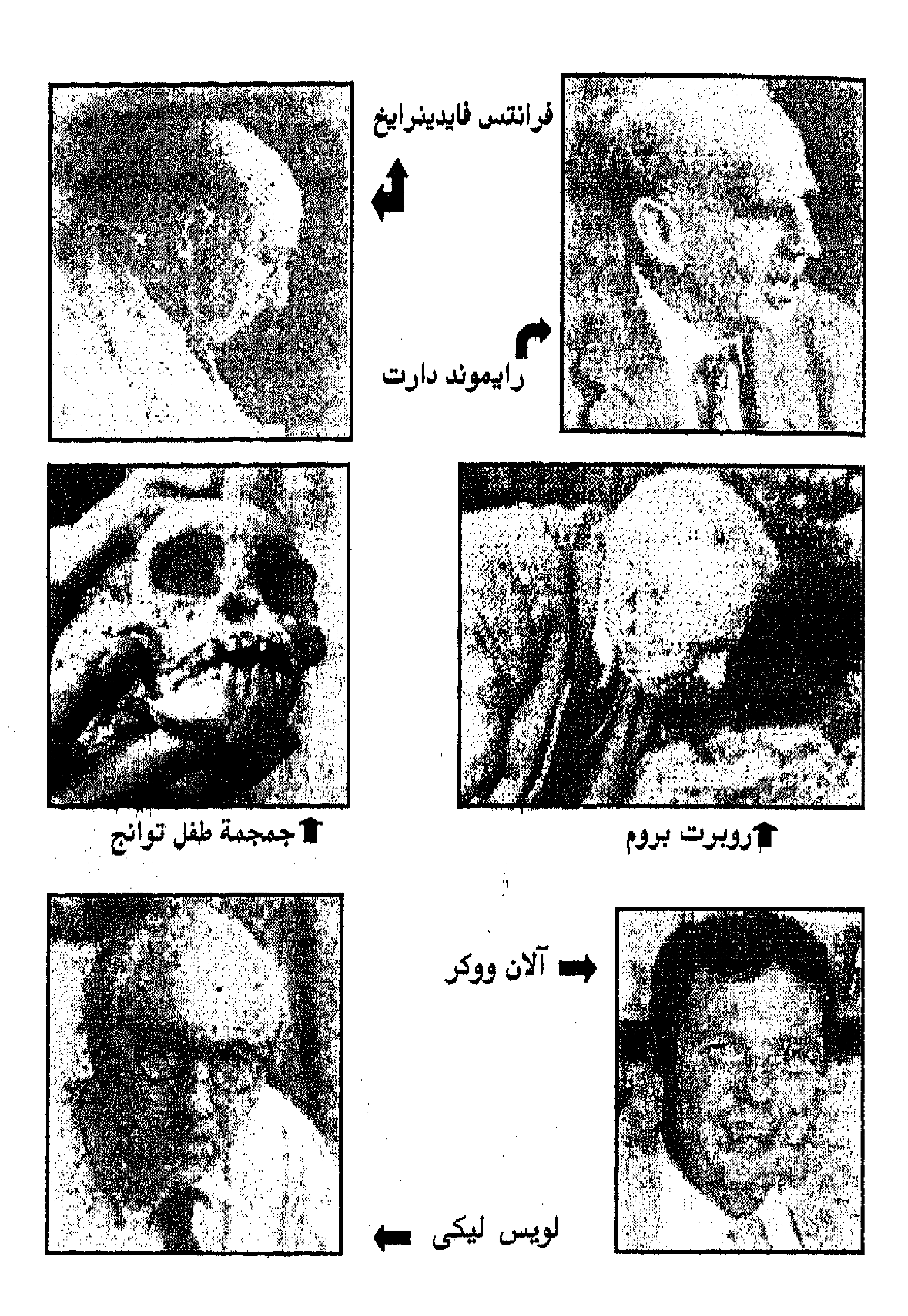
حَملت الصناديق بين ما حملت عينات تمثل على الأقل خمسة عشر فردًا من هومو إركتص، كلها موثقة بدقة بالغة. نُقلت الصناديق إلى السفارة الأمريكية فى نوفمبر ١٩٤١. شَحنت السفارة الصناديق فى قطار ليحملها إلى الميناء حيث ترسو السفينة «الرئيس هاريسون». غادر القطار بايجينج فى الخامسة صباح يوم ٥ ديسمبر ١٨٤١ ووصل الشاطئ يوم ٧ ديسمبر. كان المفروض أن تقلع السفينة إلى أمريكا فى اليوم التالى. هجم اليابانيون على بيرل هاربور يوم ٧ ديسمبر. دخلت الولايات المتحدة الحرب. هاجم اليابانيون القطار وقبضوا على البحارة المرافقين للصناديق. ضاعت الصناديق بما تحمل من أحافير – ولا أحد حتى الآن يعرف مصيرها، وإن كان الواضح أن اليابانيين لم يتمكنوا منها. ففى عام ١٩٤٥ بعد إنتهاء الحرب بحث الجيش الأمريكى عنها فى طوكيو، لكنهم لم يعثروا لها على أثر. فُقِدت «الحلقة المفقودة» مرة أخرى!

توفى فايدينرايخ عام ١٩٤٨ بعد أن أوضح أن إنسان جاوه لم يكن سوى صورة محلية من إنسان بكين: الأمر الذى يعنى أن تطوير الخصائص المحلية للسلالات قد بدأ منذ القدم. ولقد توقع – لولا ضياع أحافيره – أن يجد في الأحافير الجديدة ما يؤكد الفروق التشريحية بين السلالات. ثم أنه رأى أن أهم الفروق التطورية التى حولت هومو إركتص إلى الإنسان المعاصر كان هو كبر حجم المخ.

كان فايدينرايخ يعتقد أن عمر إركتص يبلغ نحو نصف مليون عام. وفى أوائل ستينات هذا القرن بدأ استخدام النظائر المشعة فى تقدير العمر، وقد قالت إن إركتص كان يحيا منذ نحو مليونى عام (فى

أفريقيا) ، وأنه قد اختفى من بعض المناطق منذ نحـو نصـف مليـون عـام، لكنه استمر يحيا فى مناطق أخرى حتى ربع مليون عام مضت.

وجه دوبوا وبلاك النظر إلى أن آسيا هــى مسـقط رأس البشـر، وأصبح هذا أمرًا «يعرفه الجميع» - حتى جاء اثنـان آخـران مـن الكبـار ليحـولا النظر إلى أفريقيا: رايموند دارت ولويس ليكى.



فرانتس فايدينرايخ

رايموند دارت

روبرت بروم

جمجمة طفل توانج

آلان ووكر

لويس ليكى

رايموند دارت وطفل تِوانج

لم يبدأ دارت رحلته إلى أفريقيا بهدف البحث عن الحلقة المفقودة. كان طبيبا استراليًا عمل محاضرًا فى التشريح بكلية الجامعة فى لندن، ثم أرسله أستاذه ليشغل كرسى التشريح بجامعة فى جوهانسبيرج بجنوب أفريقيا. وهناك بدأ يجمع الأحافير حتى تمكن من أحفورة لطفل - أطلق عليه اسم طفل توانج - تطلبت منه بضعة أشهر قبل أن يتمكن من تنظيفها، فيجد أمامه واحدة من أجمل جماجم الأحافير الهومينيدية: وجه طفل كاملاً به الفك السفلى ومعه قالب متحفر لمخ يشبه فى تشريحه المخ البشرى. كان الوجه مسطحا والأسنان صغيرة (وهاتان من الصفات التى تميز البشر عن القردة العليا)، لكن الجمجمة كانت تشبة كثيرا جماجم القردة العليا. كان عمر الطفل عند وفاته ٣,٥ - ٥ سنوات. رأى دارت أن هذا الطفل لا ينتسب إلى هومو إركتص، إنما إلى كائن أقدم أطلق عليه اسم الانسان القردى الجنوبى الأفريقى (استرالوبيثيكص أفريكانص). أعلن دارت عن طفل توانج هذا عام ١٩٢٥، لكن الكثيرين من العلماء رفضوا الموافقة على أنه يمثل حلقة مفقودة بين القردة العليا والإنسان. كانت خدعة بيلتداون قد أقنعت الكثيرين بأن المخ الكبير قد تطور مبكرا، عندما كانت الاسنان كبيرة وبدائية والوجه طويلا ناتئا - وطفل توانج له مخ صغير فى حجم مخ القردة العليا وأسنان تشبه نظيراتها فى الانسان المعاصر إلى حد كبير. لا يمكن أن تكون جمجمة بيلتداون وجمجمة طفل توانج سويا من أسلاف البشر المباشرين: إما أن تكون الأسنان هى التى بدأت أولا فى التطور، أو أن يكون المخ هو الذى بدأ.

اتُّهم دارت بأنه رجل واسع الخيال يحتقر المقبول من الأفكار. لكن: كان هناك طبيب اسكتلدنى اسمه روبرت بروم يعمل فى حقل الأحافير. اندفع هذا الرجل ذات يوم إلى معمل دارت، ودون أن يقدم نفسه عَبَر الغرفة ليركع أمام طفل توانج، ويستغرق فى تأملٍ جذلٍ يناجى الطفل ممثل أسلاف البشر!

بروم ومسز بليس

فى عام ١٩٣٤ ، اعتزل بروم مهنة الطب وعمره ٦٨ عامًا، وعمل بمتحف ترانسفال فى بريتوريا. بعد بعض سنين عثر على زميل له يدعى جون روبنصون فى كهف شتيركفونتاين على جماجم لكائنات بالغة من نوع طفل توانج – كانت أشهرها جمجمة امرأة أسماها مسز بليس. (مازلت أحتفظ بقالب لها من الجص اشتريته من متحف ترانسفال فى يناير ١٩٨٨). كانت هذه الجماجم بالطبع تتبع النوع أفريكانص. كما عثرا أيضا على جمجمة متوّجه وأسنان ضخمة وفكين كبيرين لكائن قوى البنية أطلق عليه اسم الإنسان القردى الجنوبى الغليظ (أ. روبَصْطَس)، ثم على جمجمة لنوع ثالث لا تشبه سابقتيها: كانت الأسنان فيها أصغر كثيرا من أسنان روبصطس، وكان الفك أقرب إلى فك الإنسان والوجه أكثر تسطيحا، ومعها قطعة من عظمة ذراع شديدة الشبه بنظيرتها البشرية. أطلقا على هذا النوع الأخير اسم «شبيه الإنسان من رأس الرجاء الصالح»، وكان هو بالطبع إركتص، لكنهما لم يدركا ذلك.

فى الخمسينات من قرننا هذا اعتُرف أخيرا بأن الإنسان القردى الجنوبى ينتمى إلى النوع إركتص. سعد دارت إذ عرف أنه كان أول من أثبت أن مسقط رأس الحلقة المفقودة هى أفريقيا لا آسيا. كانت جمجمة طفل توانج تسبق جمجمة إنسان بكين التى وجدها بلاك بمئات الآلاف من السنين.

ثم إشارات تشريحية صريحة ظهرت عن تحليل الأحافير التى كشفها بروم وروبنصون: كانت هذه الكائنات تمشي على قدمين. لم تكن صفة القدمانية عند العلماء دليلا مقنعا على البشرانية مقارنة بحجم المخ، لاسيما بعد أن سُمِّي الإنسان المعاصر باسم هومو سابينس، أى الإنسان الحكيم.

لويس ليكى والزنج

درس لويس ليكي الأنثروبولوجيا في جامعة كمبريدج، كما درس لفترة على آرثر كيث – عالم التشريح الكبير في لندن الذي كان يشك كثيرا فى أهمية طفل توانج، وعنه اعتنق فكرة «المخ أولاً» في تطور الإنسان. اتجه لويس إلى تنزانيا (تنجانيقا فى ذلك الوقت) يبحث عن الحلقة المفقودة، وهناك أرشده ألماني يدعى هانس ريك إلى خانق هائل، هو خانق أولدوفاي. عمل لويس مع زوجته مارى فى أولدوفاى من عام ١٩٣١ حتى عام ١٩٥٩، وكانت مارى هي التي عثرت على الأحفورة التى غيرت حياتهما – عثرت على «الصبى الحبيب» أو «الزنج» (الزنج هو الاسم القديم لشرق أفريقيا). تميز صبى الزنج هذا بفكين هائلين

وأسنان ضخمة وكان يشبه كثيرا عينات روبصطس، والأغلب أنه كان من نوع ثان ينتمي إلى الإنسان القردى الجنوبي.

أكد صبى الزنج نفس الرسالة التى نقلها طفل توانج بأن أفريقيا هى مسقط رأس البشرية، وأنها موطن الحلقة المفقودة. كان له مخ كبير - لكن لم تكن هذه هى الصفة الوحيدة التى تطورت، فقد تغيرت أيضا آليات التحرك(الحوض والرجلان والقدمان) وتغير الوجه والأسنان. لم تكن صفة «التفكير» وحدها هى ما يهم فى العصور الأولى لأسلافنا، إنما أيضا الحركة والأكل. كان طفل توانج وصبى الزنج أكثر بدائية وشبها بالقردة العليا من هومو إركتص. لم يعد إركتص إذن هو الحلقة المفقودة ما بين الإنسان والقردة العليا، إنما هو الحلقة ما بين الإنسان والإنسان القردى الجنوبي. وفي عام ١٩٦١ أعلن أن صبى الزنج كان يحيا منذ ١,٨ مليون سنة. وفي نفس هذا العام عثر لويس على قمة جمجمة كانت هى فى الحق أول هومو إركتص يعثر عليه فى أفريقيا، لكنه للأسف لم يعرف هذا، وضاعت منه الحلقة المفقودة.

الإنسان الصنَّاع

وفيما بين عامى ١٩٦٢ و ١٩٦٣ وقع ليكى وزوجته على عظام فك، و يد، وبعض من عظام جمجمة. لم يعرف ليكى ماذا يفعل بها، فأرسل الجمجمة إلى فيليب توبياس (خليفة دارت) وأرسل العظام الأخرى إلى جون نابير بمستشفى رويال فرى. نشر ثلاثتهم بحثا عام ١٩٦٤ عن نتيجة فحص العظام قالوا فيه إنها تخص فردًا يافعا واحدًا يمثل نوعًا جديدا كان يصنع أدواته بيديه. كان مخه أكبر قليلا من مخ صبى

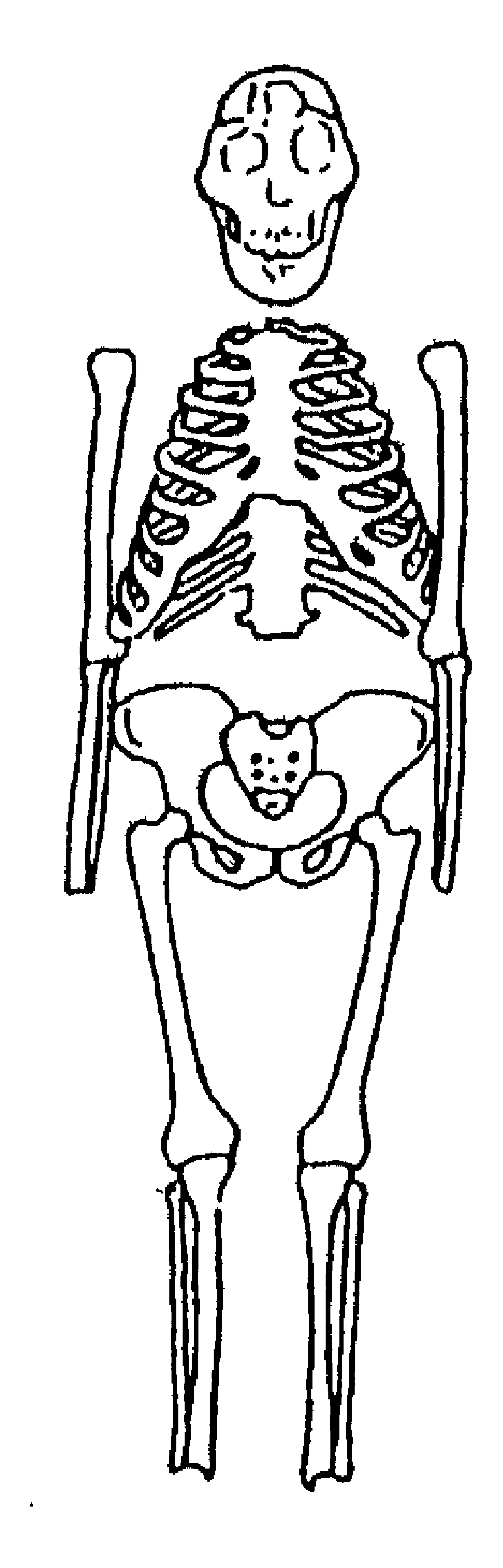
الزنج وأسنانه أقرب إلى أسنان البشر. أطلقوا عليه اسم الإنسان الصّناع، هومو هابيليس، وأصبحت السلسلة: القردة العليا – الإنسان القردى الجنوبى – إركتص – الإنسان. أصبح بين الإنسان وبين القردة العليا حلقتان!

لوسى

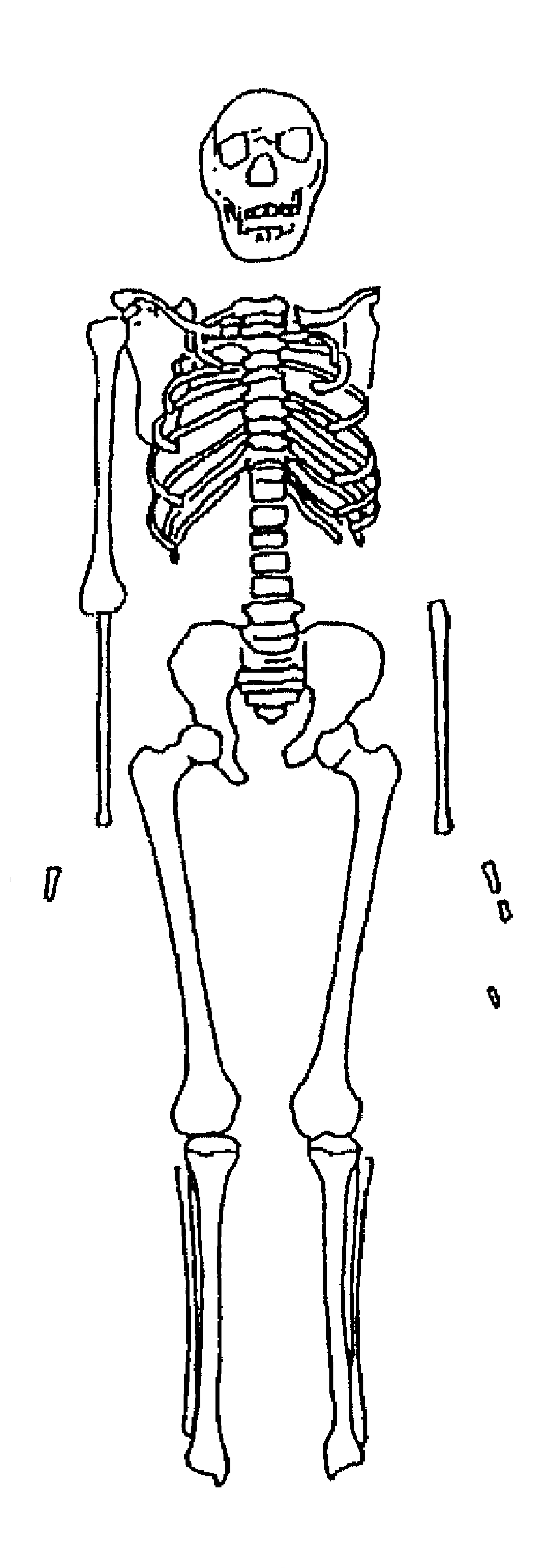
وفى منطقة عفار بأثوبيا عثر دون جوهانسون وموريس تايب عام ١٩٧٤ على الهيكل العظمى، غير الكامل، الشهير باسم لوسى – ولم يكن قد اكتُشف قبل هذا ما يمكن أن يسمى هيكلا عظيما. أطلق عليه العالمان عام ١٩٧٨ اسم قرد عفار الجنوبى. كانت لوسى تحيا منذ ٢,٨ – ٣,٦ مليون عام، وكان جسمها مبنيا للسير على قدمين. كانت أصابعها أطول من أصابعنا وأقصر من أصابع الغوريلا، وكانت عظمتا الفخذين تميلان إلى الداخل عند الركبة، ولا هكذا القردة العليا، وكان لها كرش كبير كالقردة العليا. أعتقد الجميع أن لوسى هى أقدم أشباه البشر، وظل هذا الاعتقاد قائما حتى عام ١٩٩٤ عندما عثر تيم هوايت وزملاؤه على شظايا من عظام نوع أقدم فى أثيوبيا قدر عمرها بنحو ٤.٤ مليون سنة.

ووكر يعثر على الحلقة المفقودة

عندما وصلت العظام التى أرسلها ليكى إلى نابير بمستشفى رويال فرى، كان آلان ووكر هناك يدرس. كان من عادة نابير أن يشرك طلبة الدراسات العليا معه عند فحص ما يصله من عظام جديدة. فُتن ووكر بعمل أستاذه، سحرته الطريقة التى يعتصر بها أقصى قدر من المعلومات من العظام – واستحوذت عليه فكرة الحلقة المفقودة، فاتجه إلى كينيا.



لوسى



صبی ناری أوكوتومی

فى ٢٢ أغسطس ١٩٨٤ عثرت بعثة ووكر فى منطقة نـارى أوكوتومـى غرب بحيرة توركانا (رودلف سابقا) بشمال كينيا علـى قطعـة فـى حجـم علبة الكبريت من الغلاف العظمى لمخ كائن، هو هومو إركتص. على الفور بدأت الجماعة فى البحـث المحمـوم بالمنطقـة، ليعـثروا بحلـول يـوم ٢١ سبتمبر على مجموعة كبيرة من عظام صبى طويل نحيل تحفرت منذ ١,٥ مليون عام. وعلى خريف ١٩٨٨ كـان ووكـر وقـد شـكل الهيكـل العظمـى الكامل - إلا قليلا. وجدوا حتى الضلوع - والمعروف أنها أول ما تطحنـه اللاحمات وتمضغه من شظايا، وأنها لا تتحمل العمليات الطبيعيـة للبلـى قبل أن تتحفر.

كان صبى نارى أوكوتومى مراهقا، له جبهة نامية تقـول إن العمـر لـو امتد لأصبحت جبهة ضخمة كتلك التى تمـيز إركتـص. كـان الواضـح أن عمر الغلام عند الوفاة يبلغ ١٢ - ١٣ عاما، كان على وشك أن يفقد ناب الفك العلوى، الناب اللبنى، وبجانبه كان النـاب المستديم كـاملا تقريبـا على وشك الظهور، لكن الصبى مات قبل هذا. مات الصبى منكفئـا علـى وجهه فى بركـة، داسته أفـراس النـهر، وناشـته الأسمـاك، ليدفـن فـى الوحل. لم يعرف سبب الموت، لكن يبدو أن خراجا تكون فى لثتـه كـان كافيا لقتله - ظلت الأسنان حتى القرن السادس عشر مـن بـين الأسـباب المعروفة للوفاة.

عرف أنه هومو إركتص، الحلقة المفقودة، الكائن الشبيه بالإنسان مـن الرقبة حتى أخمص القدمين. جسمه ممتلئ قوى العضـلات، ولا يختلـف عنك وعنى إلا فى رأسه العجيـب الـذى يحمـل مخـا أصغـر مـن مخنـا، وحاجب عينه البارز. كان فـى طـول إنسـان معـاصر عمـره خمسـة عشـر

عامًا (١٦٠سم) وكان له مخ طفل بشرى عمره عام واحد (حجمه ٨٨٠سم[٣]) -كان لذراعيه وساقيه نفس النسب البشرية، لم تكن ذراعاه في مثل طول ذراعي لوسي. لم يكن يحمل تفاصيل جسم القردة التي تمكنها من تسلق الأشجار، كان الجسم مهيئا للمشي على قدمين. لم يكن أحد قد عرف صورة الهيكل العظمي لإركتص، للحلقة المفقودة، حتى جاءنا هذا الصبي – لم نكن قبله نعرف إلا الجماجم وشظايا العظام.

حكمة العظام

أتخيل الآن ووكر جالسًا أمام هذا الصبى، أمام ماضيه ماضينا، يحاول أن يستنطقه، كمثل شاعر رومانسي يسترجع أيامه الخوالي فيحياها ثانية قبل أن يكتب قصيدته. ترى ماذا قال الصبي لووكر؟ ماذا أفصحت عنه العظام؟ إنها قصة، لا، بل قصيدة طويلة جميلة، أودعها ووكر في كتابه الرائع «حكمة العظام» (١٩٩٦).!

(١٠)
عن كتاب (أصل الأنواع)

في شروزبيري ، شروبشاير بإنجلترا ، ولد تشارلز روبرت داروين في ١٢ فبراير عام ١٨٠٩ ، نفس العام الذى أنجب من العباقرة جريجور مندل ، إبراهام لنكولن ، وليام ايوارت جلادستون ، ألفريد تينيسون ، إدجار ألان بو ، فليكس مندلسون . كان والده طبيبا مشهورا ، وكان جده هو إراسموس داروين ، الطبيب الذى ذاع صيته لإنجازاته في العلم والأدب والفلسفة . التحق داروين بالمدرسة في شروزبيرى وعمره تسع سنوات ، وظل بها حتى عمر السادسة عشرة ليتحول عام ١٨٢٥ إلى إدنبره ليدرس الطب ، لكنه عزف عن هذه الدراسة فالتحق يدرس اللاهوت بجامعة كمبريدج عام ١٨٢٧ ، حيث مكث ثلاث سنوات . وهناك انهمك يجمع النباتات والحشرات والعينات الجيولوجية . ولعل أهم ما خرج به من هذه السنوات الثلاث صداقته باثنين يكبرانه من رجال العلم هما هينسلو وآدم سيدجيك . في عام ١٨٣١ بعد تخرجه رشحه هينسلو للعمل كخبير أحياء في الرحلة التى ستقوم بها باخرة (البيجل) . عارض والده لكن خاله جوشيا ويدجوود تدخل لاقناعه . ثم إن روبرت فيتزروى قائد الباخرة لم يكن يحب منظره ، لاسيما (شكل أنفه) ، لكنه قبله بعد تدخل هينسلو ، ليقول عنه فيما بعد (في ١٥ أغسطس ١٨٣٢) إنه شاب ممتاز ، وهو أفضل من يصلح لهذه المهمة . بدأت رحلة البيجل

من ميناء ديفون يوم ٢٧ ديسمبر ١٨٣١ ، واستمرت خمس سنوات زارت فيها الكثير من جزر المحيط الأطلنطي والمحيط الهادى وساحلى جنوب أمريكا ، ونيوزيلنده ، واستراليا ، وجمع داروين خلالها كما هائلا من المعلومات . على ظهر البيجل قرأ داروين كتاب (مبادئ الجيولوجيا) لتشارلس ليل ، فوجه انتباهه إلى طبيعة التغير الجيولوجي التدريجي على المدى الطويل ، وتمكنت من ذهنه فكرة عمر الأرض الذى يمتد إلى ملايين السنين .

بعد عودته بوقت قصير ، وفى يوليو ١٨٣٧ بدأ يكتب أول مذكراته (عن تحول الأنواع). وفى أواخر عام ١٨٣٨ قرأ ما كتبه مالتوس بعنوان (مقال عن العشائر) ، ولما كان (مستعدا تماما لتقدير الصراع من أجل البقاء .. فقد استرعى انتباهى فورا أنه تحت هذه الظروف ستنحو النباتات الأفضل إلى البقاء ، بينما تهلك النباتات غير الملائمة ، وتكون النتيجة نشأة أنواع جديدة . هأنذا قد وقعت على نظرية يمكننى أن أعمل بها) . فى السنين التالية أخذ يكتب مذكراته ، ويحضر الاجتماعات العلمية ، ويوسع من دائرة أصدقائه العلميين ، ليصبح سكرتيرا للجمعية الجغرافية ، ويقع فى غرام ابنة خاله إيما ويدجوود ويتزوجها . وفى عام١٨٤٢ ، وبعد متاعب صحية نتجت جزئيا عن إصابته بمرض (شاجاس) ، وهو مرض طفيلى التقطه أثناء رحل البيجل ، انتقل من لندن إلى داون ، بمقاطعة كنت ، حيث استقر للأربعين عاما التالية

لم تكن صحة داروين دائما على ما يرام ، لكنه وطد حياته بحيث يصل إلى أقصى كفاءة ممكنة ، ساعده على ذلك حب زوجته وعطفها وتفانيها فى خدمته ، بجانب حب عائلته وأصدقائه ، فتمكن من إنتاج

علمى هائل كما وفكرا ، إنتاج لم يتمكن من مثيله أحد قبله أو بعده : بلغ ما يزيد على ثمانية آلاف صفحة مطبوعة . فقد كتب يومياته عن رحلة البيجل فى كتاب من أجمل كتبه (١٨٣٩) ، وحرر النتائج الحيوانية لهذه الرحلة (خمس مجلدات : ١٨٤٠ - ١٨٤٣) ، كما حرر نتائجها الجيولوجية (ثلاثة مجلدات : ١٨٤٢ - ١٨٤٦) . وظل ثمان سنوات يكتب عن حيوان البارنقيل (حيوان بحرى قشرى يتعلق بالصخور) فأنتج أربعة مجلدات (ظهرت فى الفترة ما بين ١٨٥١ - ١٨٥٤) . ثم كرس نفسه بدءا من عام ١٨٥٤ للدارسات التطورية فأنتج عشرة كتب أهمها (أصل الأنواع) (١٨٥٩) و(أصل الإنسان) (١٨٧١) . توفى داروين فى ١٩أبريل ١٨٨٢ ، ودفن فى ٢٤ أبريل فى كنيسة ويستمنستر بجوار قبر السير إسحق نيوتن . وبعد وفاته نشر ابنه كتابا عنه عنوانه (حياة داروين وخطاباته) (١٨٨٧) ألقى فيه الضوء على تطور الأفكار فى ذهنه .

***

ظهر كتاب (أصل الأنواع) لداروين فى ٢٤ نوفمبر سنة ١٨٥٩ . واسم الكتاب بالكامل هو (نشأة الأنواع عن طريق الانتخاب الطبيعى ، أو حفظ السلالات المحبوّة فى الصراع من أجل البقاء) . وهذا الكتاب لا يزال حتى الآن هو الأسهل قراءة بين كل الأعمال العلمية الضخمة التى ظهرت فى التاريخ . فهو بسيط ممتع مفيد لكل من القارئ العام والعالم المتخصص : والكتاب فى طبعته الإنجليزية(*) يقع فى ٧٠٣ صفحة ، وقد

(*) طبعة جون موراى الصادرة عام ١٩٠٠

ترجمه إلى العربية الأديب الكبير الأستاذ إسماعيل مظهر عام ١٩٦٢ في مجلد بلغ عدد صفحاته ٧٨٤[*] منها مائة صفحة مقدمة للمترجم) .

ونظرية التطور هي بلا شك أهم تعميم حدث في حقل البيولوجيا . لقد كانت ثمرة تجميع لكم هائل من الحقائق المتفرقة ، انتظم على يد داروين في كل معقول وفكرة عبقرية . بدأ الجو العالمي السائد أيامه كما لو كان في انتظار الملهم . ثمة ثمرة أوشكت على النضج تختفي بين الأغصان المتشابكة في قلب شجرةٍ وَرِقَة تطلب العبقري الذي يتمكن من تحديد كنهها وموقعها ليقطفها . بيانات ومعلومات وآراء كثيرة متباينة قدمها العلماء قبل داروين ، لكن أحدا قبله لم يتمكن من معرفة ما يربط بينها جميعا ويوحدها فيقدم في تفسير التطور نظريةً كنظريته ، بسيطة مقنعة .

شرع داروين يكتب (أصل الأنواع) كمقدمة لعمله الكامل الذي ظل يجمع مادته العلمية بهدوء منذ عام ١٨٣٩ . ابتدأ في الكتابة عام ١٨٥٦ ، وانتهى من عشرة فصول ، عندما وصله في ربيع ١٨٥٨ خطاب من ألفريد راصل والاس وبه مقال عنوانه (عن اتجاه الأصناف إلى التحول بغير حدود عن شكلها الأصلي) . وتحت إلحاح صديقيه تشارلس ليل و ج . د . هوكر عاد إلى مسودة كان قد وضع أفكارها عام ١٨٤٢ ودونها عام ٨٤٤ ، فنقحها وقدمها مع مقال والاس إلى الجمعية اللينيوسية ، ليُقرأ المقالان في اجتماع الجمعية الذي عقد أول يوليو ١٨٥٨ (وظهر في مجلة الجمعية في أغسطس من نفس العام). لم يصب البحثان إلا أقل اهتمام حتى ليقول رئيس الجمعية في تقريره عن عام١٨٥٨ : (إن العام قد مر..

(*) طبعة مكتبة النهضة (بيروت – بغداد) – ١٩٧٣ .

دون أن تميزه أية اكتشافات لافتة للنظر تثوّر المؤسسة العلمية) . بل لقد علق بروفسور هرتون على بحث داروين قائلا (إن كل ما فيه من الجديد زائف وكل ما فيه من الصحيح قديم) .

اندفع داروين بعد ذلك يكمل كتابة (أصل الأنواع) لينتهي منه في نحو ثلاثة عشر شهرا ويدفع به إلى المطبعة . كان على ما يبدو متخوفا مما سيذيعه الكتاب من ضجة ، إذ اعترف مرة (في أوائل ١٨٤٤) في خطاب لصديقه هوكر بأن التأكيد بأن الأنواع لم تخلق منفصلة إنما يشبه (الاعتراف بجريمته قتل) . كما أنه كان متشككا في قبول كتابه لدى المجتمع العلمى ، فقد كتب للناشر جون موراى في ٢٧ أغسطس ١٨٥٩ عن (عمله الصغير) (يقصد كتاب أصل الأنواع) يقول (إننى أقبل عرضك ، ولكنى أجد نفسى مضطرا ، من أجلك ومن أجلى ، أن أخبرك بأوضح عبارة : إذا وجدت بعد قراءة المسودة أنك لن تستطيع تسويق الكتاب ، فأنت - بصراحة ووضوح - في حِل من التزامك بطباعته) .

اندلع الجدل إذن بعد نشر الكتاب في ١٨٥٩ - الكتاب الذى قال داروين عنه إنه (بلا شك أهم أعمال حياتى) - ليزداد عنفا بعد المواجهة التى حدثت بين ت . هـ . هكسلى وصمويل ويلبرفورس أسقف أكسفورد أثناء انعقاد الجمعية البريطانية في أكسفورد في ٣٠ يونيو ١٨٦٠ . وبالرغم من أن داروين قد اكتفى في هذا الكتاب بجملة واحدة بسيطة عن الإنسان جاءت في صفحة ٦٦٨ من الكتاب الأصلى (الكتاب ٦٧٠ صفحة) : (وسيُلقَى ضوء كثير على أصل الإنسان وتاريخه) (أضاف كلمة (كثير) بعد الطبعة الأولى) ربما لأنه كان يشعر بما ستقابله نظريته من

عداء – إلا أن معظم ما ثار ضدهـا لم يوجـه إلى النظريـة ككـل ، إنمـا إلى علاقة الإنسان بالقردة – وهو الموضوع الذى توسـع فيـه كثـيرا فـى كتابـه (أصل الإنسان) الذى صدر عام ١٨٧١ . والحق أن داروين قد فشـل تمامـا في إدراك الفروق الأساسـية بـين عمليـة التطـور فـى الإنسـان وفـى بقيـة الحيوانـات فالإنسـان يتمـيز بقدرتـه علـى نقـل ثمـار تجربتـه مـن جيـل لجيل ، لكن داروين لم يهتم إلا بالتغير البيولوجى وأهمل تماما أهمية هذا التغير الحضارى .

❁ ❁ ❁

يقول داروين فى كتابه إن الأنواع الحية قد نشـأت عـن أنـواع سـابقة جرى عليها التحوير . لكن هذه الفكرة ليست بالجديدة . فالكثيرون قبلـه قد اقترحوا أن الأنواع عرضة للتغـير : مارشـانت (١٧١٩) ، ومونتسـكييه (١٧٢١) ، بـافون (١٧٤٩) ، ديـــدرو (١٧٦٤) ، إراسمـــوس داروــــن (١٧٩٤) . سان هيلير (١٧٩٥) ، جوته (١٧٩٥) لامارك (١٨٠١) . بل إن بعض معاصرى داروين كانوا يقـتربون رويـدا رويـدا مـن النظريـة ، فلقـد كتـب إدوارد بلايـث (١٨١٠ – ١٨٧٣) فـى بحـث لـه ظـهر عـام ١٨٣٧ يقول : (إنه لمن الحقائق أن صغار القبرة التى تفقـس فـى منطقـة يغطيـها الحصى الأحمر يكون لون ريشها شاحبا ضاربا إلى الحمرة، مقارنـةً بتلـك التى تربى فوق تربة سمراء. ألا يمكن إذا أن تكون نسبة عالية مما نعتبره أنواعًا، قد نشأت عن سلف مشترك؟) ثم إن روبرت تشامبرز قد نبـه إلى فكرة التطور فى كتابه (بدايات الخلق) الذى نشـر عـام ١٨٤٤ مؤكـدا (أن الأنواع ليست منتجات ثابتة لا تقبل التغير... وأن كل الكائنات الحيـة،

من أبسطها وأقدمها إلى أعلاها وأحدثها، كلها تخضع لتدبير الإله). لكن العالم ظل متشككا، بل ومعاديًا. فعندما أُدركت الطبيعة الحقيقية للحفريات مثلا في القرن الثامن عشر، بدأ تفسيرها على أساس تقويم الأسقف أشَر. كان هذا الأسقف قد أجرى حسابات تفصيلية استنبط منها أن بدأ الخلق قد تم في التاسعة من صباح يوم ٢٦ أكتوبر عام ٤٠٠٤ قبل الميلاد! . وبسبب مثل هذا المناخ ظلت النظرة السائدة ترتكز على نظرية الكوارث التي تقول إن الأرض قد مرت بعدد من الكوارث والفيضانات المتعاقبة (كان آخرها فيضان نوح)، وأن كلا من هذه الكوارث كان يقضي على كل الكائنات الحية، ليتم خلق جديد بعده، يفنى أفراده بدورهم في الدورة التالية، وهكذا. قد تبدو هذه الأفكار لنا الآن ساذجة، لكنها ظلت مسيطرة على العالم العلمي لفترة تزيد على القرن. لذا فقد كانت أهمية كتاب (أصل الأنواع) لا تكمن أساسا في أنه كان أول اقتراح باحتمال حدوث التطور، وإنما في أنه أقنع معظم العلماء بحدوث التطور. لقد تسبب الكتاب فعلا في بدء قبول العالم العلمي والعام لهذه النظرية. وكان السبب في النجاح الفوري للكتاب مناقشاته الرائعة لتوزيع الحيوانات والنباتات، وتفسيره المقنع لأهمية الأعضاء الأثرية، أما غير ذلك من الشواهد عن الحفريات والتشابه التشريحي وما إلى ذلك، فقد كان معروفًا لحد كبير لدى معاصري داروين، إن يكن مجهدًا في التفسير في غياب آلية مقبولة للتطور. لقد كانت حفريات الأنواع المنقرضة تفسَّر -كما ذكرنا- كبقايا مخلوقات قديمة أهلكها الله كما كاد يهلك عالمنا بطوفان نوح، أو كنماذج خلقها الله ووضعها داخل الصخور، كي تربك غير المؤمنين من العلماء.

يقول داروين إنــه قد وضع نصب عينه عند وضع كتابه (هدفين واضحين، الأول أن أبين أن الأنــواع لم تخلـق منفصلـة، والثـانى أن الانتخاب الطبيعى هو العامل الرئيسى فى التغير). والواقع أن داروين قـد كرس أكثر من نصف كتاب (أصل الأنواع) لشرح براهين حدوث التطـور، ثم أنه قد تعرض فى الفصلين السادس والسابع لمعالجة المشاكل التى تواجهها النظرية، كما نـاقش فـى الفصـل العاشـر قصـور السـجل الجيولوجى. ولقد كان داروين يعرف أن حفظ التبـاين هـو نقطـة الضعف فى نظريته. (ولم تحل هذه المشكلة إلى أن أعيـد اكتشـاف أبحـاث منـذ عام ١٩٠٠، تلك الأبحاث التى نشرت فى حياة داروين فى مجلة صغيرة لم تصله على ما يبدو، ولم ينتبه إليها أحد).

فى مناقشاته المستفيضة بالكتاب لشرح براهين حدوث التطور، أرسـى داروين للعالم العلمى مبدأ الاستدلال بالنسبة للعلوم التى تحـاول أن تعيد تصوير التاريخ. من بين المشـاكل التـى تواجـه العلـوم التاريخيـة هـذه أن (العلم) لا بد أن يحدد العمليات التى تقود إلى النتـائج الملحوظـة. ونتـائج التاريخ ترقد من حولنا، لكن ليس فى إمكاننا أن نلحظ مباشرة العمليـات التى أنتجتها. فكيف نكون علميين بالنسبة للمـاضى؟ الإجابـة هـى أننـا لابد أن نطور معايير نستدل بها على العملية التى لا يمكننـا ملاحظتـها، وذلك من النتائج التى حفظها الزمن. هذه هى المشكلة فى نظرية التطـور: كيـف يمكننـا مـن التشـريح والفسيولوجيا والسـلوك والتبـاين والتوزيـع الجغرافى للكائنات الحالية، ومن البقايا الأحفورية بالسجل الجيولوجـى أن نستدل على الطريق الذى سلكه التاريخ؟ لقد عالج داروين فى كتابـه

مثل هذه النتائج التاريخية بإقتدار معجز مقنع، ووضع قواعد الاستدلال في العلوم التاريخية.

●●●

ترتكز نظرية التطور التي قدمها داروين في كتاب أصل الأنواع – ليثبت بها هدفيه اللذين وضعهما نصب عينه – على ملاحظات أساسية ثلاث: أولها وجود التباين داخل أنواع الكائنات الحية، البرى منها والمستأنس، وأن هذا التباين كثيرًا ما يورث – بالرغم من أن داروين لم يكن يعرف آلية التوريث، أو كما يقول (إن القوانين التي تحكم الوراثة مجهولة في معظمها)، لكنه يؤكد: (أن أى تباين ليس وراثيا لا يهمنا.... إن توراث الصفة هو الأصل.. وعدم توارثها هو الشاذ). ليس ثمة فردان من نفس النوع يتطابقان تماما، بل قد تكون الفروق بين الأفراد كبيرة جدًا. وثانيتهما هي ذلك المعدل الرهيب لتكاثر الحيوانات. يقول داروين (فحتى الإنسان، ذلك الكائن البطئ التكاثر، قد ضاعف عدده في خمسة وعشرين عاما. فإذا ما استمر يتزايد بهذا المعدل فلن يكون على الأرض ثمة موضع لقدم يقف فيه نسله بعد أقل من ألف عام). قال إن أنثى الفيل تلد نحو ستة صغار خلال فترة حياتها البالغة مائة عام، فإذا ما عاش كل النسل، فإن نتاج زوج واحد من الفيلة سيبلغ بعد ٧٥٠ عاما نحو تسعة عشر مليون فرد. يضع الفرد من المحار من البيض ما قد يصل عدده إلى مائة مليون بيضة في الموسم، فإذا لقح كل هذه البيض وفقس وعاش كل النسل وتكاثر بنفس المعدل فإن أحفاد أحفاد أحفاد هذا الفرد سيصل عددها إلى ٦٦ على يمينها ٣٣ صفرا، ستكون كمية الأصداف التي تنتج عنها جبلا يبلغ حجمه ثمانية أضعاف حجم الكرة الأرضية.

وأما الملاحظة الثالثة، والتى تأتى كنتيجة للتباين داخل الأنواع اذا تفاعل مع هذه الوفرة فى التكاثر، فهى أن الكائنات الأكثر تكيفا مع بيئتها لابد - على العموم - أن تكون هى التى ستبقى وتتزايد على حساب الكائنات الأقل تكيفا. هذا هو لب نظرية التطور والانتخاب الطبيعى: ما دامت الحيوانات والنباتات تتباين، وما دام بعض هذه التباينات على الأقل وراثيا، وما دامت كل الحيوانات والنباتات تعطى من النسل أكثر مما يمكن أن يبقى، ومن ثم فلابد من وجود صراع دائم على البقاء (بين أفراد النوع الواحد، وبين أفراد الأنواع المختلفة، أو مع الظروف الفيزيقية للحياة): فإن ذلك يستتبعه وجود عامل (أسماه «الانتخاب الطبيعى») يحفظ فى المتوسط قدرًا أكبر من الاختلافات الأفضل تكيفا مع ظروف البيئة، لينتقل بعضٌ من هذا التحسين إلى الأجيال القادمة. وعلينا هنا ألا ننظر للانتخاب الطبيعى على أنه علاقة (طبيعة ضارية لا ترحم، مخضبة الناب والمخلب)، وإنما هو نتيجة منطقية للتكاثر التفاضلى الذى يؤدى إلى تغير فى المستودع الوراثى للعشيرة: (قد نقول عن كلبين فى وقت المجاعة إنهما بالفعل سيتصارعان من أجل الحصول على الغذاء والبقاء، لكن نباتا على حافة صحراء سيصارع أيضا ضد الجفاف من أجل البقاء). (إن الصراع من أجل البقاء إنما هو نتيجة حتمية لمعدل التزايد العددى المرتفع لكل الكائنات الحية).

❁ ❁ ❁

كان لامارك يقول إن التحويرات التى تمكن الكائن الحى من البقاء فى بيئة متغيرة إنما تنتج عن المجهود الذى تبذله هذه الكائنات الحية. طورت الزرافة رقبة طويلة لأنها ظلت تحاول الوصول إلى الأوراق الأعلى

فالأعلى بالأشجار. أما نظرية داروين فتقول إن التباين فى طول الرقبة. وفى الآلاف غيرها من الصفات، إنما ينشأ عشوائيا (عن أسباب مجهولة) ولا علاقة له بحاجة الكائنات. من بين تباينات الصدفة هذه يُثبت البعض أنه مفيد للكائن فى التنافس من أجل البقاء، وستعطى الأفراد التى تحمل هذه التباينات المفيدة إذن نسلاً أكثر، فى المتوسط، مما ينتجه غيرها ممن لا يحمل تلك التباينات. وبمضىّ الأجيال سيتغير متوسط الصفة فى العشائر بالبيئة التى تحيا بها. ولعل لنا أن نقول هنا إن تأكيد داروين على أهمية الصدفة كان خطوة هامة فى سبيل التخلص من قبضة الحتمية النيوتونية التى كانت تسود المجتمع العلمى فى زمانه.

ثمة تجربة كلاسيكية شهيرة عن «الانتخاب الطبيعى وهو يعمل» نشرها هـ. ب. د. كيتلويل (عام ١٩٦١) تبين التغير التطورى التكيفى.

كان قلف الأشجار النامية فى أوروبا قبل الثورة الصناعية باهتا تغطيه الأشنة وتصبغه بلون أخضر رمادى. وكان ثمة فراشة تنتشر هناك تسمى الفراشة المفلفلة (بيستون) لونها رمادى مقلفل. فإذا ما حطت على جذوع الأشجار وأرخت جناحيها يغطيان جسمها صعُب على الطيور المفترسة أن تميزها. ومع بداية الثورة الصناعية عَمَّ التلوث المناطق القريبة من المصانع وأهلك الكثير من أنواع الأشنة، ليحل محلها على جذوع الأشجار غشاء رقيق من السناج (الهباب) وأصبحت الحشرة بلونها الفاتح ظاهرة فريسة للطيور. فى هذه البيئة الجديدة لم يعد للون الرمادى المفلفل الفاتح للحشرة أية ميزة تكيفية، بل أصبح اللون الأسود هو أفضل ما يتوافق مع الخلفية الداكنة لجذوع الأشجار. وفى نحو عام ١٨٥٠ ظهرت بضع

فراشات سوداء اللون في منطقة مانشيستر. ثم تزايد تكرار هذه الفراشات القاتمة اللون في العشائر. وبمرور السنين أصبح اللون القاتم بهذه المنطقة هو السائد وغدا اللون المفلفل للفراشة نادرًا. لقد «تجاوبت» الحشرة مع البيئة الجديدة، فاللون الداكن أصبح هو الأفضل الآن للتخفي عن عيون الطيور المفترسة.

اتضح أن اللون القاتم ناتج عن طفرة وراثية سائدة تنتقل من الآباء إلى الأبناء. وظهور هذه الطفرة في مانشيستر في ذلك الوقت لم يكن من قبيل السحر. فهذه الطفرة السائدة كانت تحدث قبل الثورة الصناعية لكنها لم تكن تفيد في بقاء الحشرة التي تحملها إذ كانت تتعرض بسهولة للافتراس فتختفي – على عكس الفراشات الفاتحة اللون. وعندما تغيرت البيئة وأصبح اللون القاتم ميزة تكيفية، بقيت الطفرة وازداد تكرارها حتى لتعم العشيرة على حساب اللون الفاتح. وللتأكد من أن الأنتخاب الطبيعي هو السبب بالفعل، أعد كيتلويل مجموعتين من الفراشات في كل منهما عدد من الفراشات القاتمة وعدد من المفلفلة، أطلقت إحداها في منطقة صناعية والأخرى في بيئة ريفية، ثم رُصد عدد ما افترسته الطيور في كلتا المنطقتين. ظهر أن نسبة ما افترس من الفراشات القاتمة كانت أعلى في الريف بينما كانت نسبة ما افترس من المفلفلة هي الأعلى في المنطقة الصناعية.

الانتخاب الطبيعي يقول إذن إن الأصلح سيبقى دائما. لكن، ما هي الكائنات الأصلح؟ إنها بالتعريف الكائنات التي ستبقى. من يبقى هو الأصلح، والأصلح هو من يبقى! إن الجملة لا تعني إلا «بقاء الأفراد التي

تبقى». مجرد حشوا جدل دائرى، تُعَرَّف الصلاحية فيه بأنها النجاح التناسلي التفاضلي - أى أن تنتج الأفراد الأصلح عددًا من النسل الحى أكبر نسبيا من البقية المنافسة من أفراد العشيرة. هذا التعريف إذن يحدد الصلاحية بالبقاء، والبقاء فقط. فهل كان هذا ما يقصده داروين؟ سنجده يخصص الأربعين صفحة الأولى من الفصل الأول من «أصل الأنواع» لمناقشة الانتخاب الاصطناعي الذى يقوم به مربّو الحيوان للصفات المرغوبة. ثمة معيار هنا مستقل يعمل. إن مربى الحيوان يعرف ما يريد، إن الأصلح هنا لا يعرّف بمقياس البقاء، فالمربى يسمح للفرد بالبقاء إذا ما كان يحمل الصفة المرغوبة. هل يمكن أن يقارن هذا بالانتخاب الطبيعى؟ فى الانتخاب الاصطناعى يُعَرَّف الكائن الأفضل مسبقا، لا ننتظر نتيجة تناسله. لكن الطبيعة ليست كمربى الحيوان تقرر الصفة المنتخب لها. إنها عمياء. الانتخاب الطبيعى إذن يصف لنا كيف يصبح نمط معين من الحيوانات مثلا أكثر عددا، لكنه لا يفسر كيف يمكن لنمط معين من الحيوان أن يتغير بالتدريج لآخر. هناك مقياس للصلاحية مستقل عن البقاء يستعمله التطوريون كثيرا ويمكن وضعه تحت الاختبار التجريبى. إن رغبة المربى فى الانتخاب الاصطناعى الذى يقوم به إنما تمثل فى الواقع «تغيرا فى البيئة» بالنسبة للعشيرة، تغيرا يسمح بالتحديد المسبق للصفات المرغوبة.

أليس هذا هو ما يحدث مثلا فى الطبيعة، لقد تحول الجو إلى البرودة الشديدة قبل أن يطور الدب فراءه السميك! لقد تحول لون جذوع الأشجار بمنطقة مانشيستر إلى القاتم قبل أن تغير الفراشة لونها إلى اللون الغامق!

إن البيئة إذا ما تغيرت فكأنها تحدد مسبقا خصائص أفضل من الناحية المورفولوجية والفسيولوجية والسلوكية، يلزم أن يتصف بها الكائن كي «يُنتخب طبيعيا». إن تفوق الفرد في البيئة الجديدة إنما «يعبِّر عنه» في صورة البقاء التفاضلي، لكنه لا «يعرِّف» به.

❁ ❁ ❁

كانت «الوراثة المزجية» سائدة أيام داروين. يمقتضي هذه الفكرة يمتزج في النسل الأساسُ المادي لوراثة الأب و وراثة الأم، تماما كما تمتزج نقطتان من الحبر تختلفان في اللون لينتج لون وسط. كيف للتباينات الصغيرة التي تظهر أن تُحفظ وتبقى بعد التهجين؟ إن أي صفة جديدة تظهر ستخفَّف بالفعل عند التهجين مع النمط الأصلي، لتختفي بعد فترة فلا تبقى فروق بين الأفراد يعمل عليها الانتخاب الطبيعي. كانت هذه مشكلة حقيقية أمام داروين لم يتمكن أبدا من حلها، جعلته يعطي وزنا للاماركية أكبر مما يجب. ولقد حلت هذه المشكلة تماما بإعادة اكتشاف أبحاث مندل عام ١٩٠٠. ثم اكتشف هوجوده فريز الطفرات (تلك التغيرات الذاتية العشوائية التي تحدث بالمادة الوراثية). وتفرعت البحوث وتوسعت حول هذين الكشفين وغيرهما، واكتملت الدارونية وأصبحت بالفعل كيانا علميا متينا يصعب اختراقه.

❁ ❁ ❁

يقول «ألفريد نورث هوايتهيد» إن داروين رجل عظيم حقا، لكنه أبلد الرجال العظماء! غريب هذا الرأي، لكن داروين يقول عن نفسه:

«لم أكن أتميز بسرعة الفهم أو الذكاء الذى يتصف به بعض الموهوبين من أمثال هكسلى.. إن ذاكرتى واسعة ولكنها مشوشة.. غير أننى أعتقد بتميزى عن الشخص العادى فى أننى ألاحظ أشياء يسهل أن يمر غيرى عليها دون أن يدركها، ثم أننى ألاحظها بدقة. إن مثابرتى على ملاحظة الحقائق وجمعها كانت رائعة، لكن الأهم هو أن عشقى للعلوم الطبيعية كان حقيقيا. كان راسخا». هذه كلمات الرجل عاشق العلم الذى بدأت البيولوجيا الحديثة بكتابة «أصل الأنواع»، الذى كانت نظريته عن التطور هى أول نظرية علمية للحياة ناجحة، الذى ربط الكائنات الحية جميعا برباط وثيق، الذى غير العالم فلم يعد أبدا كما كان قبله، الذى أثار الفلاسفة والكنيسة، والذى أثار حتى الشعراء، إذ خافوا أن يفقدوا بنظريته المادية ثراء الطبيعة وروح الإنسان ووضعه المتميز فى الكون فيكتب واحد منهم (توماس هاردى) عن الطبيعة من بعده:

إذا ما بزغت الشمس فمضيتُ، أرقب الغديرَ

والحقل والقطعان والشجرة المهجورة

بدت لى جميعا وكأنها تُحَدِّق فىّ

كمثل أطفال بمدرسة، عوقبوا، فجلسوا صامتين!

(١١)
ابحر الخليل:
نظام رياضى مغلق

(١) مشكلة تقطيع الشعر

دعنا نحاول أن نقطع الشطر الأول من بيت الشابى :

سـمعْتُها فانصـرفْتُ مكتئبـًا   أشـدو بحـزنى كطائر الجبـل

ا ا ه ا ا ه ا ا ه ا ا ه ا ا ه ا ا ا ه

ستكون أولى التفعيلات هى (ا ا ه ا ا ه) - إذا رمزنـا للمتحـرك بـالرمز (ا) وللسـاكن بـالرمز (ه) -- وستكون الوسـطى (ا ه ا ا ه ا)، أمـا الأخـيرة فهى (ا ه ا ا ا ه).

أولى التفعيلات إذن ستكون إما مفاعلين المزاحَفَـة فـى صـورة مفـاعلن، أو مستفعلن المزاحفة في صورة متَفْعلـن. والتفعيلـة الوسـطى إمـا أن تكـون فاعلاتن مزاحفة فى صـورة فـاعلاتُ، أو مفعـولاتُ فـى صـورة مفعـلاتُ. أما التفعيلة الأخيرة فهى مستفعلن المزاحفة فى صورة مستَعِلُن.

للشطر إذن أربعة أشكال ممكنة، كلها تصلح، هى (دون زحافات):

مفاعيلن فاعلاتن مستفعلن.

مستفعلن فاعلاتن مستفعلن.

مفاعيلن مفعولات مستفعلن

مستفعلن مفعولات مستفعلن

لكن الخليليين يقولون إن التفعيل الصحيح لهـذا البيـت هـو الأخـير، وليس أيا من التشكيلات الثلاثة قبله. لماذا؟

ويقول إيليًا أبو ماضى :

وفى يدى «الشمال» أشكالُ المنى وَصُـوَرُ اليقـين والضــــلال

ا ا ه ا ا ه ا ا ه ا ا ه ا ه ا ه ا ا ه

التفعيلة الأولى - ومثلها الوسطى - من الشطر الأول هـى (ا ا ه ا ا ه)، وبذا فقد تكون مفاعيلن فى صورة مفاعلن، أو مستفعلن فى صورة متفْعلن، والتفعيلة الأخيرة هى مستفعلن. هنا أيضًا أربعة أشـكال تفعيليـة محتملـة للشطر هى (دون زحافات) :

مفاعيلن مفاعيلن مستفعلن

مستفعلن مفاعيلن مستفعلن

مفاعيلن مستفعلن مستفعلن

مستفعلن مستفعلن مستفعلن

والتفعيل الأخير هو ما يقول به العروضيون. لماذا؟

هل يلزم - كما يقول البعض - أن تكون عارفًـا بتقطيـع الشـطر حتـى يمكنك تقطيعه؟ لماذا لا يصلـح أى مـن التشـكيلات الأخـرى؟ صحيـح أن الشاعر قد يضع التفعيلات فى صور أخرى فى أشطر أخرى من القصيدة،

فيقوم مثلاً بإسقاط أحد الاحتمالين فـى التفعيلـة الأولى أو الوسـطى، لكـن الواقع الشعرى يقول إنه عندما يقوم بذلك، فإنه لابد مؤكد للتقطيع الذى يراه الخليليون - بمعنى أنه لا يمكن أن يأتى مثلا بالتفعيلة الأولى في أى من المثالين السابقين في صورة مفاعيلن أو مفاعيلُ. ثمة قواعـد إذن تحكـم ذلك، قواعد تقول مثلاً إن الأذن العربية لا تقبل بحـرًا تركيبـه «مفـاعيلن فاعلاتن مستفعلن»، قواعد تحدد - إذا ما وجد العديد من الاحتمالات فى مثل هذه الأبحر التامة - بحرًا واحدًا مسموحًا - ولا غيره.

(٢) لماذا يلزم تبرير أبحر الخليل؟

فى مقال له تعليقًا على الطريقة الرياضيـة التـى وَصَفْـتُ بـها عـروض الشعر العربى، كتـب الدكتـور سـيد البحـراوى بمجلـة «إبـداع» (أكتوبـر ١٩٨٧) يقول إننى أضع :

(قواعد فى امتزاج التفاعيل لا يكمن منطقها من داخلـها، وإنمـا تبـدو وكأنها جاءت لتـبرير نظـام الخليـل ليـس إلا، مثـال ذلـك قولـه ص ٢٧ «ولا تمتزج التفعيلة فى بحر بغير التفعيلة التى تسبقها مباشـرة، أو التـى تتلوها مباشرة»..).

ثم يستطرد الدكتور البحراوى قائلاً إن هذه الصياغة الرياضية :

(رغم انجازها الكبير في تدقيـق العـروض وتسـهيله تبقـى مـن وجهـة نظرى واقعة فى إطار شرح العروض وليس أكثر من ذلك).

لقد حاول الكثيرون على مدى القرون الخروج على «أبحـر الخليـل»، ومثل هذا الخروج يستلزم بالطبع معرفة القواعد التى تربـط مـا بـين هـذه الأبحـر حتـى يمكـن تخطيـها إذا رؤى ذلـك. لكـن هـذه القواعـد بقيـت

مجهولة. وإن كان ثمة مثال بسيط يوضح الجهل بهذه القواعد.. فهو ما يُذكَر في بعض كتب العروض من أن عكس البحر الذى تركيبه (فعولن مفاعيلن فعولن مفاعيلن) هو بحر يسمى المستطيل تركيبه (مفاعيلن فعولن مفاعيلن فعولن)، وليس كما يجب (مستفعلن فاعلن مستفعلن فاعلن). إن هذه الطريقة التى عُكِس بها البحر إنما توضح حقيقة عدم التوصل إلى لب العمل الخليلى، لأن الجوهر يقع فى حقيقة الأمر فى العلاقة التى تسمح بها الأذن العربية بين مواقع السواكن المحذوفة و «المسافات» بينها - وهى علاقة بطبيعتها رياضية. الأمر إذن يحتاج - على عكس ما يشير إليه الدكتور البحراوى - إلى «تبرير» لنظام الخليل، إلى التوصل إلى القواعد التى تربط بين أبحره، تلك التى تجعل منه نظامًا «مكتملاً فى ذاته». إننا نبحث مثلاً عن قاعدة ما تحدد لنا واحدًا مقبولاً من بين الخيارات الأربعة فى كل من المثالين اللذين بدأنا بهما هذا المقال. فإذا ما توصلنا إلى هذه القاعدة - التى تجعل النظام، إذن، نظامًا - فلن يكمن منطقها من خارج النظام، وإنما من داخله، فبدونها لا يكون هذا النظام الذى نعرفه. وإذا عُرفت القاعدة أمكن - لمن يريد - أن يتحلل منها، عارفًا طريقه.

(٣) التفاعيل

ربما كان علم العروض من بين علوم اللغة العربية هو الأكثر صلاحية للمعالجة الرياضية، فدوائر الخليل على أى حال لابد أن ترتكز على انتظام رياضى. ثمة ظاهرة تثير الانتباه: هى أن كل البحور التى أضيفت بعد الخليل - باستثناء المتدارك والخبب - لم تجد مِنَ الشعراء مَنْ على

قلمه تجرى دون تعمد. ربما سهّلت صياغة العروض فى صورة رياضية، إذن، استنباط الأسس التى تربط ما بين أبحر الخليل.

أسّس الخليل أبحره على ست وحدات صوتية، أو مقاطع عروضية هى: السبب الخفيف (ا ه) والسبب الثقيل (ا ا) والوتد المجموع (ا ا ه) والوتد المفروق (ا ه ا) والفاصلة الصغرى (ا ا ا ه) والفاصلة الكبرى (ا ا ا ا ه)، ثم أنه قد ابتكر فكرته الرائعة، التفعيلة، وهى الوحدة القاعدية فى البناء الشعرى التى تبنى من بعض الوحدات الصوتية. أما البناء الرياضى الذى اقترحه فلا يحتاج فى الواقع إلا إلى السبب الخفيف (ا ه) الذى قد يفقد ساكنه (ا)، أو يُحرك فيه هذا الساكن (ا ا)، أى - إذا أردنا - إلى السبب الخفيف (الذى قد يفقد ساكنه) وإلى السبب الثقيل (ا ا) الناتج عن تحريك ساكن السبب الخفيف - هذا بالطبع بجانب فكرة التفعيلة، وإن كنا قد نستعمل مصطلح الوتد (المجموع) لنشير إلى مجموع سببين خفيفين متواليين حذف ساكن أولهما، ومصطلح الفاصلة (الصغرى) لتعنى ثلاثة أسباب خفيفة متوالية سقط ساكنا الأولين منها، أو إلى سببين خفيفين متتاليين حُرك ساكن الأول منهما.

والتفعيلة هى وحدة الميزان العروضى، ويلزم عند الخليل أن تحمل وتدا (مجموعا أو مفروقا)، ومنها اثنتان خماسيتان، أى يتكون كل منهما من خمسة أحرف (وتد مجموع وسبب خفيف يسبقه أو يتلوه) هما فعولن (ا ا ه ا ه) وفاعلن (ا ه ا ا ه)، وثمان سباعية (وتد مجموع أو مفروق وسببان خفيفان قد يسبقانه وقد يتبعانه وقد يقع بينهما، أو فاصلة صغرى ووتد مجموع يسبقها أو يتلوها) وهى: مفاعيلن (ا ا ه ا ه ا ه)،

مفـــاعلتن (ا ا ه ا ا ا ه)، متفـــاعلن (ا ا ا ه ا ا ه)، مفعـــولات (اه ا ه . اه ا)، فاعلاتن (ا ه ا ا ه ا ه)، فـاع. لاتـن (ا ه ا. ا ه ا ه)، مستفعلن (ا ه ا ه ا ا ه)، مس. تفـع. لـن (ا ه. ا ه ا. ا ه). والزحـاف لا يقع إلا فى الأسباب ويكون فى هذا النظام بحذف الساكن مـن السـبب الخفيف، أو تسكين المتحرك أو حذفه فى السبب الثقيل.

أما النظام الرياضى فيلزم أن تحمل التفعيلة فيه «سببًا مميّزًا»، وهـذا سبب محذوف السكان وجوبًا (تُرقّم التفعيلة بموقعه) يمنع حـذف سـاكن السبب التالى له مباشرة (السبب المقيّد) حتـى لـو كـان هـذا فـى التفعيلـة التالية فى الشطر. ومعنى هذا أن الوتد المجموع لا يعتبر هنا وحدة قائمـة بذاتها، وإنما هو مقطعان: مقطع قصير (متحـرك) يليـه بـالضرورة مقطـع طويل (سبب خفيف تـام) قـد يقـع فـى التفعيلـة التاليـة. وموقـع المقطـع القصـير هـو المحـدد لرقـم التفعيلـة. والتفـاعيل الأساسية هـى التفـاعيل الرباعيـة، ونعنـى أن أصلـها أربعـة أسـباب خفيفـة حـذف السـاكن مـن أحدهـا، ومنـها إذن أربـع هـى بالـترتيب: مفـاعيلن ا ا ه ا ه ا ه، وهـى التفعيلة الرباعية رقم ١، أى التى يحذف منها بـالضرورة ساكن السـبب رقم ١ ويستبقى فيها ساكن السبب رقم ٢، فاعلاتن ا ه ا ا ه ا ه (التفعيلة الرباعيـة رقـم ٢)، مسـتفعلن ا ه ا ه ا ا ه (التفعيلـة الرباعيـة رقـم ٣) ثـم مفعـولاتُ ا ه ا ه ا ه ا (التفعيلـة الرباعيـة رقـم ٤)، ثـم هنـاك ثـلاث تفعيلات ثلاثية هى: فعولن ا ا ه ا ه (الأولى)، فاعلن (الثانيـة) ا ه ا ا ه، ثم مفعـولُ ا ه ا ه ا (الثالثـة). والتفعيلـة مفعـولاتُ تفعيلـة متعديـة تمنـع

حذف الساكن من أول أسباب التفعيلة التالية لها في الشطر (ومثلها أيضًا تكون التفعيلة مفعولُ). فكأننا هنا لا نعترف بالتفعيلات: فاع لاتن، مس تفع لن، مفعو. لاتُ – أما التفعيلتان مفاعلتن ومتفاعلن فنعتبرهما كما سنرى تحويرين للتفعيلتين مفاعيلن ومستفعلن. لهذا النظام إذن سبع تفاعيل: أربع رباعية وثلاث ثلاثية. والزحاف في هذا النظام يعني حذف ساكن أي من الأسباب الحرة (أي الأسباب غير السبب المميِّز والسبب المقيَّد)، أو تحريكه تحت شرط خاص. ولقد ذكر الدكتور البحراوي بهوامش مقاله الذي أشرنا إليه سابقًا أن مفعولاتُ:

(هي في الحقيقة (هي بالذات دون فاع لاتن ومستفع لن) لا يمكن إلا أن تكون ذات وتد مفروق).

وهذا صحيح فقط إذا قلنا بضرورة أن تحمل التفعيلة وتدًا، أما في الشكل الرياضي فإن مفعولاتُ لا تعني إلا كيانًا من أربعة أسباب خفيفة متوالية يحذف منها بالضرورة ساكن السبب الرابع (المميز)، بمعنى أنه يجوز لنا كزحاف حذف ساكن السبب الثالث، وهو ما لا تسمح به قواعد الخليل (إذ تفقد التفعيلة بذلك وتدها، المفروق)، كما لا يجوز لنا حذف ساكن أول سبب في التفعيلة التالية لها في الشطر، وهو ما تسمح به قواعد الخليل. ويبدو لي الآن أن عدم وضوح هذه النقطة بالذات هو ما جعل الدكتور أحمد كشك في تعليقه على النظام الرياضي (بكتابه: «محاولات للتجديد في إيقاع الشعر») يرى أن الأمثلة التي

أوردتُها فى كتابى «فى بحور الشعر» للبحر الصافي الناتج عن تكرر التفعيلة مفعولاتُ (وأيضًا الآخر الناتج عن تكرر مفعول) لا تحقق التفعيل المقترح لها!

(٤) السبب الثقيل

هنا نقطة تستحق أن تثار: إذا كان السبب الخفيف متحركًا يتلوه ساكن، فلماذا أطلق الخليل على الوحدة المكونة من متحركين متتاليين (ا ا) اسم السبب الثقيل، ولم يطلق عليها مثلاً اسم «الوتد الثقيل»؟ ألا يعنى هذا أنه ربما كان يرى بالفعل أن السبب الثقيل ناتج عن تحريك ساكن سبب خفيف؟ أم أن علينا أن نفهم أن الأصل عنده هو «الثقيل» الذى قد يُخفف بتسكين المتحرك؟ إن الطريقة الرقمية تحتاج هنا إلى أن تعكس المنظور الخليلى لتكون مفاعلتن تحويرًا لمفاعيلن ناتجاً عن تحريك ساكن السبب الثالث، وتكون متفاعلن تحويرًا لمستفعلن ناتجاً عن تحريك ساكن السبب الأول - بذلك نحفظ موقع السبب المميز فى التفعيلة، فهو الذى عليه يُبنى الاتساق الرياضى والنغمى للبحر.

إن البساطة تعنى الكثير فى النظريات العلمية. دعنا نتأمل الأشكال الأربعة التالية التى يمكن لأيها أن يكون محل الآخر فى البحر «الكامل»: متفاعلن (ا ا ا ه ا ا ه)، مستفعلن (ا ه ا ه ا ا ه)، متفعلن (ا ا ه ا ا ه)، مستعلن (ا ه ا ا ا ه). وسنفترض كما يقول العروض التقليدى أن التفعيلة الأصلية هى متفاعلن (ا ا ا ه ا ا ه)، ولنحاول أن نستخرج منها التفعيلات الثلاث الأخرى.

● تسكن التاء من متفاعلن فتحول إلى مستفعلن، فيما يسمى الإضمار.

- تسكن التاء ثم تحذف، فتصبح متفعلن، فيما يسمى الوقص.
- تسكن التاء ثم تحذف فاء مستفعلن الناتجة، فتصبح مستعلن، فيما يسمى الجزل أو الخزل.

في كل هذه التحويرات الثلاثة يلزم أولا أن نسكن التاء من متفاعلن، أي أن نحولها إلى مستفعلن، ماذا إذن لو اعتبرنا أن مستفعلن هي التفعيلة الأصلية للبحر؟

- نحرك ساكن سببها الأول فتئول إلى متفاعلن، أو
- نحذف ساكن سببها الأول لتصبح متفعلن، أو
- نحذف ساكن سببها الثاني فتحول إلى مستعلن

نصل إذن إلى أي من الصور الثلاث بزحاف واحد. إن القبول بجواز تحريك الساكن - كزحاف - له ما يبرره فعلاً على الأقل من وجهة نظر البساطة. ثمة سؤال لا أعرف لماذا لم يوجهه العروضيون: لو كانت التفعيلة متفاعلن (ومثلها مفاعلتن) تفعيلة أصيلة لدى الخليل، فلماذا لم تظهر في أي من أبحره المختلطة مثلها مثل بقية تفاعليه؟

(٥) البحور الصافية

يتألف شطر البحر الخليلي أساسًا من اثني عشر سببًا، مجموع ثلاث تفاعيل رباعية أو أربع ثلاثية. والبحور الصافية هي الناتجة عن تكرر تفعيلة واحدة، فمنها إذن سبعة: أربعة من أبحر التفعيلات الرباعية يتألف الشطر فيها من ثلاث تفعيلات هي: الهزج (تكرر مفاعيلن) والرمل (تكرر فاعلاتن) والرجز (تكرر مستفعلن) وأخيرًا بحر لم يذكره الخليل هو

الدوبيت (تكرر مفعولاتُ)، ونحن نعتبر الوافر من الهزج والكامل من الرجز - ثم ثلاثة من أبحر التفعيلات الثلاثية شطرها التام يتألف من أربع تفعيلات، هي المتقارب (تكرر فعولن) والمتدارك (تكرر فاعلن)، ثم بحر لم يذكره الخليل ولم يذكر حتى تفعيلته أسميتُه بحر شوقي (تكرر مفعولُ).

ويعرّف الدليل الرقمي للشطر بأنه توالي أرقام الأسباب محذوفة الساكن فيه والتي يتبعها مباشرة سبب تام. فإذا رسمنا بيت طاهر أبو فاشا التالي في صورة متحرك وساكن:

فلا تعتب على الدنيا ودعها لمن يبكي عليها وهي تعدو

ه ا ا ه ا ا ه ا ه ا ه ا ا ه ا ه ا ه ا ا

فسنجد أن الأسباب التي أرقامها ١، ٥، ٩ في الشطر الأول (والثاني) محذوفة الساكن، كما أن السبب الذي يلي أيا منها تام، وبذا فالدليل الرقمي للشطر يكون ١ - ٥ - ٩.

ومن هذا الدليل الرقمي للشطر يمكننا أن نستنبط «دليل التفاعيل»، أي توالي أرقام التفاعيل التي تعطي مواقع أسبابها المميزة - في سياق الشطر - هذا الدليل الرقمي. ويكون ذلك بأن يُترك الرقم الأول - في مثل بيت أبو فاشا - كما هو، وأن يطرح ٤ من الرقم الثاني (٤ = عدد أسباب التفعيلة السابقة له)، وأن يطرح ٨ من الرقم الأخير من الدليل الرقمي. وبذا يكون دليل تفاعيل بيت أبو فاشا هو ١١١ أي مفاعيلن مفاعيلن مفاعيلن. ويمكننا إذن أن نقول إن شطر بحر الرجز التام المؤلف من

مستفعلن مكررة ثلاث مرات سيكون دليله الرقمي هو ٣ - ٧ - ١١ ودليل تفاعيله ٣٣٣، ومن هذا البحر قول إيليا أبو ماضي :

يصرخ والريحُ تردد الصدى

ا ه ا ا ا ه ا ه ا ا ا ه ا ا ا ه ا ا ه ا ا ه

ودليله الرقمي هو ٣ - ٧ - ٩- ١١ ، وسنلاحظ أننا لم نـدرج الرقـم ٢ ولا الرقم ٦ في الدليل، بالرغم من أن ساكنيْ هذيـن السـببين محذوفـان، وذلك لأن السبب التالى مباشرة لأى منهما محذوف الساكن، كما سنلاحظ أن الرقم ٩ زائد عن الدليل الرقمى الأصلى للبحر (وهذا «زحـاف رقمـى» سنرى كيف يمكن التعرف عليه).

ربما كان لنا هنا أن نضيف كلمة عن بحر شوقى (تكرر مفعولُ)، وعـن حقيقة وجوده الفعلى. فقد أطلقتُ عليه هـذا الاسـم لأن أول مثـال للبحـر وجدتُه - وكنت أبحث عنه - لأكمل به دائرة، كان لشـوقى، وقـد أورده الدكتور إبراهيم أنيس فى كتابـه «موسيقى الشـعر» مثـالاً لبحـر لا عـهد للعروضيين به ، ثم وجدته بعد ذلك منتشرًا بكثرة فى الموشحات، ورأيـت أن أترك له اسمه، ولكنى وجدت مؤخرًا بعـد قراءتـى لكتـاب «موسيقى الشعر بين الإتباع والابتداع» للدكتور شعبان صلاح أن الدكتور عبده بدوى قد اكتشفه بعد أن كتبتُ فيه نازك الملائكة ، وإن كان تفعيلـه (لمجزوئـه) هو مسـتفعلن فـاعلن فـاعلن. وقـد رأى الدكتـور شـعبان أنـه مـن «مخلـع البسيط»، ثم أورد نصًا نشره الشاعر التونسى نور الدين صمود (فى مجلـة «الحياة الثقافية» التونسية عام ١٩٧٩) عن هذا البحـر. والشـىء الغريـب

فى مقال صمود أنه كاد أن يصل إلى حقيقة أنه بحر يكمـل مـع المتقـارب والمتدارك دائرة (المتفق)، فهو يقول:

(وأما بحر المتقارب فليس بينه وبين هذا البحر سـوى حركـة فـى أول كل بيت.. وعلى هذا الأساس يصبح كل بيت من المتقارب على هذا الوزن الجديد إذا حذفنا من أوله متحركًا).

(٦) تحريك الساكن

يمكن فى أى من هذه البحور الصافية (وفى غيرها) أن نحـذف سـاكن أى سبب عدا سـاكن السـبب المقيَّـد، فيمـا يسـمى الزحـاف. ومثـل هـذا الحذف لا يتسبب بـالدليل الرقمـى للأبحـر ذات التفـاعيل الثلاثيـة فـى ظهور رقم غير أرقام الأسباب المميزة (فيما عدا بحر شوقى فقـد يظـهر بـه الرقم ١)، كما لا ينتج عنه فى أدلة أبحر التفاعيل الرباعيـة رقـم يضـاف إلى الدليل إذا ما التصق الزحاف بسـبب محـذوف السـاكن (كمـا رأينـا)، لكنه قد يضيف أرقامًا جديدة (زحافات رقمية) يمكن كما سنرى تنقيتها. ولا يمكن أن يظهر بالتفعيلة أكثر من زحاف رقمى واحد، بحكم حجمها. لكن هناك زحافًا غير حذف الساكن لا يحدث إلا فـى الأبحـر الصافيـة، هو تحريك الساكن، إذ يجوز فى هذه البحور إذا ما توالى سببان خفيفـان يمكن – كزحاف – حذف ساكنيهما، أن يحرك ساكن الأول منهما ليحفظ السبب الثانى تامًا بعد ذلك. يمكن أن يحدث هذا فـى التفعيلـة الرباعيـة الأولى مفاعيلن، فنحرك ساكن الثالث لتحول إلى مفـاعلتن (والبحـر الـذى يحدث فيه هذا الزحاف يسمى عند الخليل الوافر، ويعتبر إذن شكلاً مـن الهـزج) – كمـا يمكـن أن يحـدث أيضًـا نـفس الوضـع فـى بحـر الرمـل،

وتفعيلته فاعلاتن، فيما بين أول تفعيلاته والوسطى، وفيما بين الوسطى والأخيرة، ففي نهاية كل تفعيلة سبب يجوز حذف ساكنه يليه مباشرة آخرُ في أولِ التفعيلة التالية، وبذا يجوز تحريك السبب الأخير في أولى تفعيلات الشطر ومثيله في الوسطى، لتحول التفعيلة إلى فاعلاتك (١٥١١٥١١) (يسمى البحر عندئذ بحر المتوفر، وهو إذن شكل من الرمل). وتفعيلة بحر الرجز تبدأ بسببين حرين وبذا يمكن تحريك ساكن الأول منهما لتئول التفعيلة إلى متفاعلن لينتج بحر الكامل، وهو إذن شكل من الرجز). أما تفعيلة الدوبيت مفعولاتُ ففيها سببان يجوز حذف ساكنيهما في كل تفعيلات الشطر هما الثاني والثالث، ويمكن إذن تحريك ساكن الثاني لتحول التفعيلة إلى مفعلتان، بتحريك النون، ولا يجوز حذف ساكن السبب الأول من هذه التفعيلة أو تحريكه إلا في أول تفعيلات الشطر (وإن كنت لم أجد مثالاً علي ذلك). ويمكن بنفس الشكل تحريك ساكن أول أسباب التفعيلة مفعولُ إن وقعت في أول الشطر (في بحر شوقي الصافي):

قد باح دمعي بما أكتمه ... وحن قلبي لمن يظلمه

رَشَـا تَمَـرَّن في لا فَمُـه ... كـم بالمنـى أبدا ألثمه

ففي أول الشطر الأول من البيت الثاني تحولت مفعول (١٥١٥١) إلى مُتَفَال (١٥١١١).

إن تحريك الساكن يغير من عدد المتحركات الذي عليه يبنى النظام الرقمي، لكن ثمة ظاهرة توضح لنا الطريقَ لكشف السواكن التي حركت، حتى تُحسَبُ سواكنا عند وضع الدليل الرقمي. ففيما عدا الدوبيت سنجد

أن الفاصلة الناتجة عن تحريك الساكن (ا ا ا ه) لابد أن تكون محصورة بين وتدين، في صورة: ا ا ه ا ا ا ه ا ا ه، إلا إذا وقعت في أول الشطر فيكفي فقط أن يتلوها الوتد. كما يكفي أن يسبقها الوتد إذا وقعت في نهاية الشطر أو إذا حذف بعدها السبب المميز من تفعيلة العروض أو الضرب. هذه الظاهرة اذن تختص بالأبحر الصافية فقط، ولو حدث هذا التحريك في الأبحر المختلطة لتحول النظام الرياضي - والنغمي - إلى فوضى! فالشاعر يرى بأذنه، فيلحظ الفاصلة بين الوتدين مثلاً. ويربطها فورًا ببحر صاف من أبحر التفعيلات الرباعية، حتى ليمنع تحويرات جائزة في أبحر مختلطة إذا ما نتج عنها هذا التشكيل. فإذا ما قال علي محمود طه (من الخفيف) مثلاً :

مَرَّ نور الضحى على آدميٍّ   مطرقٍ في اختلاجة المصعوق

في يديه حطامةُ الأمل الذا   هِبِ في ميعة الصبا المرموق

ا ه ا ا ه ا ه ا ا ه ا ا ه ا ا ا ه ا ه ا ه

فسنجد عند قراءة الشطر الأول من البيت الثاني أننا نشبع الهاء من «يديه» لتقرأ «يديهي» وإلا تحول الشطر فورًا إلى الشكل ا ه ا ا ه ا ا ا ه ا ا ا ه ا ا ه ا ه (فاعلاتك فاعلاتك فاعلن) وأصبح من بحر الرمل (المتوفر).

(٧) الأبحر المزوجة

نأتي الآن إلى الأبحر المزوجة (غير الصافية). هذه الأبحر كلها ذات تفعيلات رباعية، وتأتي عن استبدال تفعيلة واحدة من التفاعيل الثلاث المكونة لأشطر الأبحر الصافية المعنية. ويتم الاستبدال في أولى تفعيلات

الشطر، أو الوسطى منها، باستخدام التفعيلة الأعلى (رقميا) مباشرة، أما الاستبدال فى التفعيلة الأخيرة من الشطر (التام) فيحصل باستخدام التفعيلة الأدنى مباشرة. وهذه القاعدة هى التى تمكننا دائمًا من التعرف على الزحافات الرقمية. دعنا نجرى أولا عملية الاستبدال فى الأبحر الصافية الأربعة:

● من بحر الهزج (١١١) يمكن أن نستخرج بحرين باستبدال أولى التفعيلات أو الوسطى – ويكون ذلك باستخدام التفعيلة الأعلى مباشرة، فاعلاتن (التفعيلة رقم ٢). هذان البحران هما المطرد (١١٢) فاعلاتن مفاعيلن مفاعيلين (ولا يوجد إلا مجزءًا) والمضارع (١٢١) مفاعيلن فاعلاتن مفاعيلن (ولا يوجد أيضًا إلا مجزوءًا)، ولا يمكن استبدال التفعيلة الأخيرة من الهزج لأن ذلك يتطلب تفعيلةً أدنى من ١ (ولا يوجد ثمة تفعيلة).

● من بحر الرمل (٢٢٢) يمكن استنباط ثلاثة أبحر هى: البسيط (٢٢٣) مستفعلن فاعلاتن فاعلاتن، وتأتى تفعيلته الأخيرة فى الشطر التام عادة ناقصة سببها الأخير، كما قد يضاف إلى نهايتها سبب أو سببان، ومجزوء هذا البحر يسمى المجتث. ثم البحر الخفيف (٢٣٢) فاعلاتن مستفعلن فاعلاتن، وأخيرًا البحر المديد (١٢٢) فاعلاتن فاعلاتن مفاعيلن.

● من بحر الرجز (٣٣٣) يمكن توليد ثلاثة أبحر: المقتضب (٣٣٤) مفعولات مستفعلن مستفعلن، ولا يوجد إلا مجزوءًا، ثم المنسرح (٣٤٣) مستفعلن مفعولات مستفعلن، والسريع (٢٣٣) مستفعلن مستفعلن فاعلاتن.

● أما من بحر الدوبيت فلا يمكن أن نستنبط غير بحر واحد هو البحر الطويل (٣٤٤) مفعولات مفعولات مستفعلن، ويضاف لنهايته دائمًا سببان

خفيفان – فالاستبدال فى التفعيلة الأولى أو الوسطى يتطلب تفعيلة أعلى من ٤ غير موجودة.

شطر البحر المزوج التام إذن يتألف من تفعيلة البحر الأصلى الصافى مكررة مرتين وأخرى مختلفة هى الأعلى مباشرة إن كانت فى الموقع الأول أو الثانى وهى الأدنى مباشرة إن كانت فى الموقع الثالث. ولعله قد أصبح واضحًا أن ثمة اختلافات فى التقطيع بين النظام الرقمى والنظام التقليدى (الذى قد يمزج مثلاً تفاعيل رباعية بأخرى ثلاثية) لكن الشيء المؤكد أن الدليل الرقمى للأشطر ثابت فى كلا النظامين.

(٨) الزحافات الثقيلة

من بين ما أظهرته الأدلة الرقمية حقيقة تختص بالزحافات الثقيلة تقول إن الزحاف الرقمى الناتج عن حذف ساكن السبب التالى مباشرة للسبب المقيد زحاف ثقيل. فإذا قال صالح الشرنوبى من البحر الخفيف:

أطعَمَتْـهُ تفاحـةً حَرَمَتـهُ   مـن ظـلال الفرادس الخالـدات

ا ه ا ا ه ا ا ه ا ا ه ا ا ا ه ا ه   ا ه ا ا ه ا ا ه ا ه ا ا ه ا ا ه ا ه

(٢ – ٤ – ٧ – ١٠)   (٢ – ٥ – ٧ – ١٠)

أحسسنا بالثقل فى الشطر الأول إلا إذا أشبعنا الهاء من «أطعمته»، لتقرأ «أطعمتهو» ويصبح الدليل ٢ – ٧ – ١٠، وهذا ما لا نحس به فى الشطر الثانى. لقد أحسسنا بالثقل فى الشطر الأول بسبب حذف ساكن السبب الرابع (الرقم ٤) الذى يزيد بمقدار ٢ عن السبب المميز الذى قبله (٢). والفارق بين الرقم ٥ والرقم ٧ فى الشطر الثانى أيضًا اثنان، ولكن

الزحاف (٥) هنا غير ثقيل، لأن ثقل الزحاف يحدده موقعه (بعد) السبب المميز لا (قبله)، وهو يزيد هنا بمقدار ٣ عن رقم السبب المميز السابق له.

وإذا ما قال محمود حسن إسماعيل من البحر السريع :

عَرِّج عليه ساعةً واتخذ في ظله مأواك يا عابرُ

أو قال

في زهوة المرج شذى نائمُ أخشى عليه يقظة المنجلِ

(والدليل الرقمي للشطر الأول من البيت الأول، والثاني من البيت الثاني هو ٣ - ٥ - ٧ - ١٠) فسنحس أيضًا بالثقل في هذين الشطرين بسبب وجود الزحاف (رقم ٥) الذى يزيد ٢ عن السبب المميز الذى قبله، وسنجد أننا نشبع دائمًا الهاء من «عليه» في الشطرين (لتُقرأ: عليهي) لنتجنب هذا الزحاف، الذى يحيل التفعيلة الوسطى من مستفعلن إلى متفعلن. وهذا التحوير يحصل كثيرًا في هذه التفعيلة، إنما إذا وقعت في أول الشطر، إذ لا يكون عندئذ ثقيلاً، فلو أن الشاعر مثلاً قال (بزهوة المرج..) لما أحسسنا بثقل. وربما فسرت هذه الحقيقة السبب في ثقل مفاعلن تحويرًا لمفاعيلن في أى موقع لها بالشطر، فالزحاف الرقمي الذى يحصل هنا لابد يزيد بمقدار ٢ عن السبب المميز للتفعيلة. وهي تفسر أيضًا لماذا لا يصح ظهور رقم في الدليل الرقمي بعد رقم السبب المميز للتفعيلة الأخيرة بأشطر الأبحر الخليلية.

(٩) تنقية الزحافات

كيف تحدد هذه القواعد أرقام الزحافات وأرقام الأسباب المميزة؟ كيف يمكن بها التوصل إلى البحر؟ سنعالج الآن هنا الأبحر التامة فقط. لنرجع إلى المثالين اللذين ابتدأنا بهما هذا المقال. كمنا نقطّع السطر

سمَعتُها فانصرفْتُ مكتئبًا

ا ا ه ا ا ه ا ا ه ا ا ه ا ا ا ه

ونريد الآن أن نستدل من دليله الرقمى (وهو: ١ - ٣ - ٦ - ٨ - ١١) على دليل تفاعيل البحر، أى أن نحدد أرقام الأسباب المميزة الثلاثة ورقمى الزحافين. دعنا نرسم أولاً دليلاً يحيل هذه الأرقام إلى تفاعيل محتملة (والقاعدة بالطبع هى أن نترك ما فى الدليل من الأرقام ١، ٢، ٣، ٤ كما هو، وأن نطرح ٤ مما به من الأرقام ٥، ٦، ٧، ٨، وأن نطرح ٨ مما يحمله من الأرقام ٩، ١٠، ١١، ١٢ - والقيمة ٤ أو ٨ التى تُطرَح تمثل عدد أسباب ما سبق الرقم من تفعيلات). سينتج لدينا إذن دليل التفعيلات المحتملة وسيكون (٣٤٢٣١)، والرقم الأخير فى التفاعيل المتحملة هذا (٣) يمثل رقم السبب المميز للتفعيلة الأخيرة (تفعيلة العروض)، ولأن هذه التفعيلة فى أبحر الخليل التامة لا يصح أن تكون أعلى رقيمًا من أى تفعيلة قبلها، فلابد أن يكون الرقمان ١، ٢ زحافين، وبذا يصبح دليل تفاعيل هذا البحر هو (٣٤٣) مستفعلن مفعولات مستفعلن (المنسرح)، ويكون دليله الرقمى ٣ - ٨ - ١١، والرقمان ١، ٦ فى الدليل الرقمى للشطر زحافين. القواعد إذن تحدد لنا بحرًا واحدًا - ولا غيره -

من الاحتمالات الأربعة التى ذكرناها فى أول المقال (وكانت: ٣٢١، ٣٢٣، ٣٤١، ٣٤٣).

فإذا عدنا للمثال الثانى وكنا فيه نقطّع الشطر

وفى يدى «الشمال» أشكالُ المنى

ا ا ه ا ا ه ا ا ه ا ه ا ه ا ه ا ا ه

(ودليله الرلقمى ١ – ٣ – ٥ – ٧ – ١١) فمن الممكن كما وضحنا أن نحيل هذه الأرقام إلى تفاعيل محتملة، وستكون ٣٣١٣١، والتفعيلة الأخيرة في الشطر هى ٣ (مستفعلن)، وطبيعى إذن أن يكون الرقمان ١ قبلها زحافين، أى أن البحر بالضرورة هو الرجز ٣٣٣ مستفعلن مستفعلن مستفعلن (ودليله الرقمى ٣ – ٧ – ١١) ويكون الرقمان ١، ٥ فى الدليل الرقمى لزحافين. أما بقية الاحتمالات التى ذكرناها فتخرج بالتأكيد عن قواعد المزج.

(١٠) النظام المغلق

يقول الدكتور أحمد كشك فى كتابه الذى أشرت إليه: «إن التغيير الداخلى سمة من سمات الوزن ووجوده ليس أمرًا عشوائيًا لا ضابط له». ولعله قد أصبح واضحاً أن الطريقة الرقمية قد مكنتنا من التوصل إلى قواعد فى بنية الأبحر – لم يعرفها العروض التقليدى – تضمن عدم عشوائية الزحافات فتميزها من الأسباب المميزة. هذه القواعد لا تعطى من أبحر التفاعيل الرباعية الصافية والمزوجة غير ما رصده الخليل، بالاضافة إلى بحر المطرد الذى اعتبره الخليل مهملاً، ربما بسبب وجوده دائمًا مجزوءًا

فى صورة أُخذت على أنها من صور الخفيف، وإلى بحر الدوبيت الذى لم يكن للخليل أن يرصده بسبب اعتباره الوتد المجموع مقطعًا واحدًا.

ولا يخرج عن هذا النظام الرياضى المغلق من بين الأبحر التى أثبتها الخليل غير البحر المتقارب، ولقد أفرد له الخليل دائرة لم يُعَرِّف بها غيره، ليَعْتبر ما سماه الأخفش «المتدارك» بحرًا مهملاً. وهذا شىء محير - حيرنى كثيرًا حتى لقد حاولت مرة أن أبحث إن كان الخليل بالتأكيد قد أثبت البحر المتقارب هذا، أم أن أحدًا قد أضافه بعده. فماذا فى المتقارب - ذى التفعيلة الثلاثية الأسباب - يشبه نظام الأبحر ذات التفاعيل الرباعية، ولا يوجد فى المتدارك؟ لماذا أحجم الخليل عن إدراج المتدارك أيضًا بين أبحره واعتبره مهملاً؟ ثمة تبرير محتمل يكمن فى حقيقة أن النظام الرياضى لأبحر الخليل - وهى أساسًا أبحر تفاعيل رباعية - يقول إن الأذن العربية لا تقبل فارقًا رقميًا بين السبب المميز لأول تفعيلات الشطر والسبب المميز للتفعيلة الوسطى يزيد عن ٥، ولا فارقًا رقميًا بين السببين المميزين للوسطى والأخيرة يزيد عن ٤. وهذه حقيقة تتبع عن قواعد المزج التى ذكرت. ثم بحر واحد آخر يمكن للخليل أن يجده متسقًا مع هذه الحقيقة. وإن خالف قاعدة المزج، إذا ما كان يبحث فى الشطر عن ثلاثة أسباب مميزة فقط، وثمة بحر آخر لم يكن له أن يكتشفه. أما البحر الأول فهو المتقارب (ودليله الرقمى ١ - ٤ - ٧ - ١٠)، فإذا اعتُبر من أبحر التفاعيل الرباعية فسيكون دليل تفاعيله ٢٣١ أو ٢٣٤، والدليل الأخير لا يعارض هذه الحقيقة، فالفارق فيه بين أى سببين مميزين متواليين يساوى ٣، وهو ما يدخل فى نطاق المسموح بالرغم من خلط ثلاث تفاعيل (ويُقرأ الشطر عندئذ مَعُولاتُ

مستفعلن فـاعلاتن، ونغمتـه تطـابق تمامًـا فعولـن فعولـن فعولـن فعولـن).
أما البحر المتدارك (٢ – ٥ – ٨ – ١١) فسـيكون دليـل تفاعيلـه الرباعيـة ٣١٢ (٢ – ٥ – ١١) أو ٣٤٢ (٢ – ٨ – ١١) وبكليهما فارق بين رقمـين متواليين يزيـد عـن ٥، وبـذا فـلا يصلحـان. كـان للخليـل إذن أن يـدرج المتقارب بين أبحره، وأن يهمل المتدارك، ولم يكن لـه أن يكتشـف بحـر شوقي (٣ – ٦ – ٩ – ١٢) (لأنه كان يعتبر الوتـد مقطعًـا واحـدًا)، وهـذا البحر يمكن أن يؤخذ كبحر تفاعيل رباعيــة دليـل تفاعيلـه ١٢٣ (ودليلـه الرقمـي ٣ – ٦ – ٩) فـهذا لا يعـارض الفـروق المسـموحة بـين الأسـباب المميزة. البحر المتدارك الذى أضافـه الأخفـش إذن كـان فـى الحقيقـة أول خروج فعلى علـى الخليـل، فـهو لا يتبـع أيـا مـن القواعـد التـى كـانت توجهـه، وربمـا كـانت هـذه القـاعدة هـى السـبب فـى عـدم وجـود بحور مختلطة ذات تفـاعيل ثلاثيـة. فـالمقبول منـها هـو مـا يتفـق دليلـه الرقمـي مـع دليـل بحـر ممزوج ذى تفـاعيل رباعيــة اعـتراه زحــاف، وبذا يصبح بلا أهمية لأنه بذلك إنمـا يضيـف عـبء سـبب مميز مضـاف يلـتزم بـه الشـاعر دون مـبرر. وعلـى سـبيل المثــال فـإن بحـرًا تفعيلــه فاعلن فاعلن فعولن (٢ – ٥ – ٧ – ١٠) سيكن هو نفـس البحـر الخفيـف (٢ – ٧ – ١٠) إذا حـذف منـه كزحـاف سـاكن أول أسـباب التفعيلـة الوسطي (أى إذا أضيف إليه الزحاف الرقمى ٥).

(١١) الوتد المفروق

ولقد يثير البعض ضد الصياغة الرياضية أمرَ ما يسمى «الوتـد المفـروق» لأن المنظور الرياضي – على حد تعبير الدكتـور كشـك – «قـد أغفـل حـق

الوتد المفروق وما له من دور إيقاعى». لكن أحدًا لم يلاحظ - أو لم يذكر - ان هذا «الوتد المفروق» يحفظ بالضرورة ساكن السبب التالى له مباشرة (إذا أهملنا تلك الأمثلة القليلة المصنوعة والخاطئة التى قد توردها بعض كتب العروض القديمة، والتى ناقشتها فى كتابى «مدخل رياضى إلى عروض الشعر العربى»). القضية الحقيقية إذن أننا أمام سبب محذوف الساكن وجوبًا (مميِّز) يقول العروضيون إنه يمنع حذف ساكن السبب السابق له مباشرة (ليتكون «الوتد المفروق»)، ثم يهملون أو لا يلتفتون إطلاقًا إلى حقيقة أنه يحفظ أيضًا سكان السبب التالى له مباشرة (وله هو الآخر بالطبع دور إيقاعى)، بينما تؤكد الصياغة الرياضية أساسًا على هذه الحقيقة الأخيرة، فالأصل هو ضرورة ثبات ساكن السبب التالى للمميز، أما استبقاء ساكن السبب السابق له فهو أمر فرعى غير ملزم فى كل البحور. (ولقد رأينا أن بحر الدوبيب الصافى لا يلتزم به، ولنذكر أنه ليس ثمة بحر صاف لدى الخليل لتفعيلة ذات «وتد مفروق»). والمعالجة الرياضية تقدم قواعد عامة تسرى على جميع الأبحر، وتستطيع بوسيلتها التى ترتكز على ثبات ساكن «السبب المقيِّد» أن تحدد موقع السبب المميز (ما يهمها). فإذا ما كان هذا السبب المميز فى بعض المواقع ببعض الأبحر يمنع أيضًا حصول زحاف هو حذف ساكن السبب السابق له مباشرة - لقيمة إيقاعية خاصة - فهذا أمر يختص بالزحافات المقبولة والمكروهة، والممنوعة. ويمكن بطبيعة الحال حصر هذه الحالات والتقنين لها، ولكن ليس هناك من سبب يدعو للتشكك فى فعالية الصياغة الرياضية، التى تحدد حتى موقع هذا «الوتد المفروق». ثمة ظواهر كثيرة مشابهة

نقابلها فى العروض التقليدى، فالتفعيلة مستفعلن على سبيل المثال تأتى فى عروض أو ضرب المقتضب (المجزوء) فى صورة واحدة هى مستعلن (ا ه ا ا ا ه)، فلماذا لم تمنح اسمًا خاصًا وتعتبر تفعيلة أخرى غير مستفعلن فى هذا الموقع؟ إن حذف ساكن السبب السابق مباشرة للسبب المميز لم يمنع العروضيين من أن يتركوها كصورة مزاحفة من مستفعلن بالرغم من «ضرورة» هذا «الطى» فيها.

(١٢) بحر الخبب : بحر السبب

تفعيلة الخليل يلزم أن تحمل وتدًا، إلا أن العروضيين يتخلون عن هذه الخصيصة الأساسية عندما تعييهم الحيلة. ثمة بحر – هو بحر الخبب – قد يكون البيت فيه مجرد مجموعة متوالية من الأسباب الخفيفة:

إن الدنيا قد غرّتنا واستهوتنا واستلهتنا

ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه ا ه

يقولون إنه تحوير من البحر المتدارك الذى تفعيلته فاعلن (ا ه ا ا ه)، والتى لا يسمح فيها بغير زحاف واحد يحذف فيه ساكن السبب الأول لتحول إلى فعلن (ا ا ا ه). «والظاهر أن الشاعر العربى كان يضيق بهذا التقطيع فى وزن الخبب فيعمد إلى التخفيف منه باسكان العين فى (فعلن) بين الحين والحين وبذلك يتحول السبب الثقيل إلى سبب خفيف ويزول العناء» – هكذا تقول الشاعرة الكبيرة نازك الملائكة فى كتابها «قضايا الشعر الحر». ومعنى ما تقوله الشاعرة أنها جعلت السبب المميز للتفعيلة ثانى متحركى سبب ثقيل حتى تتمكن من تحويله إلى ساكن.

ولو أن فكرة كون السبب الثقيل صورة مزاحفة لسبب أصلى خفيف. قد طافت بذهن الشاعرة، لما اقترحت هذا الرأى الذى يهدر قاعدة الخليل الرئيسية بضرورة وجود وتد بكل تفعيلة. ثم أنها قد وجدت بعد ذلك أنها تكتب فى هذا البحر، ولا تسكن المتحرك الأول من الوتد المجموع الأصلى للتفعيلة، وإنما تحذف ساكن هذا الوتد، لتحول فاعلن (ا ه ا ا ه) إلى فاعل (ا ه ا ا)، تشكّل مع أول أسباب التفعيلة التى تليها فاصلة صغرى. «وليس فى الشعراء، فيما أعلم، من يرتكب هذا سواى» – هكذا تقول. لكن هذا، فيما أعلم، ليس صحيحًا، فلقد «ارتكب» الشعراء هذا قبلها، بل إنى أذكر أننا كنا ننشد ونحن تلاميذ صغار (فى أوائل الأربعينات) :

ديكى ديكى، أنت صديقى   أنت أنيس البيت رفيقى

وهنا يتكرر هذا «الخطأ» العروضى ثلاث مرات. ويزداد الأمر تعقيدًا عند مواجهة الفاصلة الخماسية (ا ا ا ا ه) التى تكثر الآن فى الشعر الحر، والتى يمكن أن تبرَّر إذا جاءت فعلن (بتحريك العين) مباشرة بعد فاعل (بتحريك اللام)، فى مثل هذا السطر الشعرى (وبدايته: فاعلُ فاعلُ فعلن..).

أشعر أنك تتوارين سئمتِ اللعبة

ا ه ا ا ا ه ا ا ا ا ه ا ه ا ا ا ه ا ه ا ه ا ه

ولكنا لن نجد لها تبريرًا فى قول الشاعر :

أحسستُ برجفة كتفيكِ

ه ا ه ا ا ا ه ا ا ا ا ا ه ا ه ا

ولقد رَصَدْتُ عددا من الفاصلات السباعية (ا ا ا ا ا ا ه) فى شعر بعض الشعراء المعاصرين (ومنهم صلاح عبد الصبور) يعجز العروض التقليدى بالطبع عن تفسيرها.

مرة أخرى، إن البساطة تعني الكثير في النظريات العلمية، فالفرض الأبسط الذى يفسر الواقع هو الأفضل. ماذا لو اعتبرنا هذا البحر (الخبب) بحرًا غير خليلى، لا تفاعيل له ولا أسباب مميزة، وإنما هو توال لعدد من الأسباب الخفيفة، وحدته القاعدية هى «السبب»، الذى يجوز فيه تحريك الساكن ولا يجوز حذفه، بحرًا يتكون فقط من الأسباب الخفيفة التامة والأسباب الثقيلة؟ إن هذا الفرض البسيط يتوافق مع الواقع ويفسر ما يوجد فى هذا البحر من تعقيدات ظاهرية، ويميزه تمامًا عن البحر المتدارك التفعيلى الذى لا يشترك معه إلا فى جواز ظهور الفاصلة الصغرى، ويبرر ظهور ثلاث حركات متوالية قبل السكون، وخمس وسبع (وأية فاصلة ذات عدد فردى من المتحركات) فى أى موقع بالسطر الشعرى، كما يبرر عدم ظهور أى تتابع من عدد زوجى من المتحركات قبل السكون على الإطلاق، ولا حتى متحركين اثنين متتالين كما «فاعلن»، التفعيلة التى يقال إنها أصل البحر. فى حديث تليفونى مع الأخ الدكتور عبد العزيز نبوى، ذكر لى أن لديه مثالاً به فاصلة من اثنى عشر متحركاً قبل التوقف، ولما سألته إن كان يحس أنه مكسور أجاب بالنفى، وهنا قلت إن هذا مستحيل، إما أن يكون العدد أحد عشر

متحركًا أو ثلاثة عشر، ولكن ليس اثنى عشر. ووجدناه ثلاثة عشر.
أما المثال فهو

حَكَمَ فَعَدل فَأمن فَنَامَا

ه | ه | | | | | | | | | | | | |

ارسم ثمانية أسباب خفيفة، اترك الأخيرين منها كما هما، وحرك سواكن الباقي لتحصل على هذه الفاصلة. فإذا ما حورنا هذا المثال وجعلنا له أربعة عشر متحركًا متواليًا قبل السكون :

حَكَمَ فَعَدل فَأمن ليناما

ه | ه | | | | | | | | | | | | | |

فمن منا لا يحس بأنه مكسور ؟

الفهرس

إشترك فى سلسلة اقرأ تضمن وصولها إليك بانتظام

رقم الإيداع	١٩٩٩/٩٧٤٧	
الترقيم الدولى	977-02-5862-8	ISBN

١/٩٩/٥٠

طبع بمطابع دار المعارف (ج . م . ع .)



يضم هذا الكتاب بعضا من أهم المقالات التى كتبها الدكتور/أحمد مستجير فى مجالات العلوم الحديثة - حيث يسبح بنا بأسلوبه الهادئ السهل فى رحلة ممتعة إلى المياة الدافئة بين شطئان بحور العلم فيجعل المستحيل ممكنا.. والصعب يسيرا.

هذا الكتاب يعرض الكثير عن مشروع الجينوم البشرى وأصل الإنسان وحياة العلماء والهندسة الوراثية و البيوتكنولوجيا .. وغيرها من علوم القرن الحادى والعشرين ،كما ينقل لنا لأول مرة لمحة قصيرة عن حياة المؤلف ، ثم ينهى الكتاب بعد ذلك بفصل غاية فى الطرافة عن علم العروض.



دار المعارف

٤٠٧٠٢٧/٠١

